

22642/H/05



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR (KS.1701)

ANALISA PENGGUNAAN POWER TAKE OFF (PTO)
SEBAGAI PEMBANGKIT DAYA LISTRIK
PADA KAPAL CONTAINER
MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400



OLEH :

MUHAMMAD BADRUZ ZAMAN
NRP : 4299 100 424

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004

RSSP
623.8245
Zam
a-1
2004

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	26-3-2004
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	220113

**ANALISA PENGGUNAAN POWER TAKE OFF (PTO)
SEBAGAI PEMBANGKIT DAYA LISTRIK
PADA KAPAL CONTAINER
MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400**

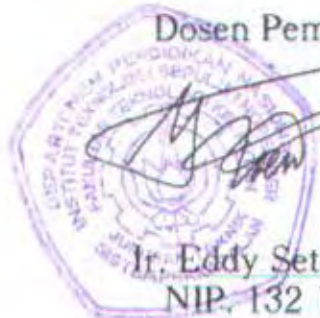

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, Maret 2004

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Eddy Setyo K.M.Sc
NIP. 132 133 978

HALAMAN MOTTO

يَمْحُشِرُ الْجِنَّ وَالنَّاسَ إِنْ أَسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ
الْحَمَمَاتِ وَالرَّضَىٰ فَانْفُذُوا ۚ كَمَا تَنْفُذُونَ فِي مَا بِهِ مُلْكُنَا

Artinya : Wahai Jin dan manusia, Jika kalian mampu menembus langit dan bumi, maka tembuslah. Kalian tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan pengetahuan. (Q.S. Ar-Rahman)

إِنَّ اللَّهَ لَا يُخَيِّرُهُمْ أَبْقَوْمٍ حَتَّىٰ يُخَيَّرُوا مَا بَيْنَ أَيْمَانِهِمَا

Artinya : Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum, sehingga kaum itu mau merubah nasibnya sendiri (Al-Qur'an),

مَنْ جَدَّ وَجَبَّ

Artinya : Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka dia akan menuai hasilnya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk "*Almarhum Ayahanda tercinta, Ibu dan keluarga, serta dunia pergerakan mahasiswa.*"

"ANALISA PENGGUNAAN POWER TAKE OFF (PTO) SEBAGAI PEMBANGKIT DAYA LISTRIK PADA KAPAL CONTAINER MV.JATIWANGI PALWOBuwONO 400"

Oleh : Muh.Badruz zaman¹⁾

Abstrak

Daya listrik pada kapal dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan , seperti; untuk penggerak kapal, penggerak mesin-mesin bantu dan pompa, untuk penerangan, pendinginan ruangan, pemanas dan berbagai sistem lainnya, dimana daya listrik yang dibutuhkan pada kapal umumnya di hasilkan oleh perangkat tertentu, yaitu : Generator set.

Salah satu alternatif penyedia daya listrik ataupun mekanika power di kapal adalah sistem Power Take Off (PTO), dimana PTO sebagai sistem yang komponen mesinnya kurang populer di Indonesia karena masih sebagai barang impor yang memang jarang diproduksi di Indonesia dan pemakaiannya masih terbatas akibat kondisi daerah pelayaran dan pertimbangan tertentu dari pihak pemilik kapal untuk menggunakannya.

Saat pemakaian daya maksimum shaft generator sebesar 454,550kW pada motor induk terpasang, kecepatan kapal hanya bisa terpenuhi pada kecepatan 82 % pada 100 % BMEP dan 95 % daya Sedangkan pada perencanaan alternatif, saat pemakaian daya shaft generator, kapal bisa beroperasi pada 100 % kecepatan pada 87,97155 % daya serta belum mencapai 100 % BMEP.

¹⁾ Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, NRP 4299 100 424

KATA PENGANTAR

Rasa syukur sangat perlu saya panjatkan kepada Allah swt, yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya kepada umat manusia, sehingga dalam prosesi pengerjaan tugas akhir ini, saya dapat menyelesaikan dengan penuh kesungguhan dan keihlasan, walaupun masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Tak lupa sholawat dan salam semoga tetap terlimpahkan kepada nabi Muhammad SAW yang telah mereaksikan umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang ini.

Tugas Akhir ini, penulis meneliti mengenai analisa penggunaan Power Take Off (PTO) sebagai pembangkit daya listrik di kapal. Dimana yang penulis ambil lokasi penelitian adalah pada kapal Container MV, Jatiwangi Palwo Buono 400.

Penulis berharap Tugas Akhir bisa bermanfaat bagi pembaca khususnya dan perkembangan teknologi kelautan pada umumnya. Amin.

Surabaya, Maret 2004

Penulis



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segenap kerendahan hati, atas selesainya Tugas Akhir ini penulis sampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ir. Eddy Setyo K, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang dengan sepenuh hati selalu membimbing dan mengarahkan penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Ir. Suryo Widodo Adji, MSc. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS
3. Ir. Agoes Santoso, MSc, sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS.
4. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan Karyawan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS, yang telah memberikan tambahan pengetahuan dan membantu selama penulis menyelesaikan kuliah di sini.
5. Ibu dan keluarga serta adinda Eka tersayang yang telah memberi spirit dan mendoakan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Kawan-kawan seperjuangan penghuni markas Hijau Hitam Jl. Sumatra 36 A Surabaya; Ki Tompel, Dul Aziz, Ocep, Adit, Mahur, Aru dan para staf saya.
7. Keluarga Besar pejuang mahasiswa dan penegak reformasi yang tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) se Indonesia yang memberikan spirit belajar saya untuk menjadi Insan Akademis, Pencipta, Pengabdian, Bernafaskan Islam dan bertanggung jawab atas terwujudnya masyarakat yang adil dan makmur.

DAFTAR ISI

Lembar Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Motto	iii
Lembar Persembahan	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Ucapan Terima Kasih	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	ix
Daftar Grafik	xi
Daftar Lampiran	xii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan	I-4
1.4. Manfaat	I-4
1.5. Metodologi	I-4
1.6. Sistematika Penulisan	I-7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1.	Tinjauan Utama.....	II-1
II.2.	Aplikasi Generator Utama di Kapal.....	II-2
II.3.	Prinsip Dasar Pembangkitan Daya Generator	II-3
II.3.1.	Generator AC	II-3
II.3.2.	Shaft Driven Generator.....	II-8
II.3.2.1.	Kelebihan dan kelemahan Sistem Power Take Off	II-8
II.3.2.2.	Karakteristik dan tipe Power Take Off	II-11
II.4.	Karakteristik Motor Penggerak (Diesel Engine).....	II-14
II.4.1.	Karakteristik Fuel Rate	II-14
II.4.2.	Karakteristik Putaran Motor	II-15
II.4.3.	Karakteristik Torque-Rpm	II-16
II.5.	Perhitungan Beban Listrik	II-18
II.5.1.	Perhitungan kapasitas Generator	II-19

BAB III PENGOLAHAN DATA

III.1.	Data Utama.....	III-1
III.1.1.	Ukuran Utama	III-1
III.1.2.	Motor Induk Yang Digunakan.....	III-2
III.1.3.	Electric Power Source	III-2
III.2.	Perhitungan Load Factor	III-3
III.3.	Perhitungan Daya Shaft Generator	III-9
III.4.	Perhitungan Beban Propulsor	III-10

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1.	Daya Shaft Generator terpasang	IV-1
IV.2.	Daya Shaft generator alternatif.....	IV-2

BAB V	KESIMPULAN	V.1
-------	------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel III.2.	Perhitungan Load Faktor KM Jatiwangi PB 400	III-4
Tabel III.2	Perhitungan daya Peralatan Berdasarkan Load Faktor	III-7
Tabel III.2	Perhitungan Daya Generator	III-8
Tabel III.4.	Perhitungan daya Propulsor	III-11
Tabel III.4.	Perhitungan daya propulsor + Shaft Generator.....	III-11
Tabel IV.2.	Perhitungan daya propulsor	IV-3



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH – NOPEMBER

DAFTAR GRAFIK

Grafik III.1.	Propeller Power Curve + Shaft Generator	III-12
Grafik IV.1	Propeller Power Curve + Shaft Generator Pada Motor Induk Terpasanag	IV-1
Grafik IV.2	Propeller Power Curve + Shaft Generator Pada Motor Induk Alternatif	IV-4



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Era globalisasi ditandai dengan perkembangan teknologi dalam dunia "Marine Engineering", hal ini terbukti dengan ketersediaan berbagai peralatan yang mendorong operasional kapal dari berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang berteknologi tinggi, serta memiliki dampak mempermudah dengan meningkatkan kinerja dari berbagai sistem pelayanan di kapal dibandingkan dengan operasional di masa sebelumnya.

Dinamika perkembangan teknologi tersebut tentu merupakan tantangan tersendiri bagi kalangan pendidikan dan industri maritim di tanah air agar senantiasa dapat mengikuti laju kemajuan teknologi tersebut, terlebih bagi pihak yang menekuni dunia Marine Engineering, dengan harapan agar bidang Marine Engineering di tanah air mampu bersaing di era pasar global.

Tenaga listrik sangat penting bagi operasional sebuah kapal dan juga bagi keamanan dan kenyamanan anak buah kapal dan penumpangnya. Oleh karena itu sistem pelistrikan di kapal harus terdiri dari peralatan yang dapat memelihara kontinuitas pelayanan selama berlayar dengan kondisi kapal yang terisolasi dari sumber energi listrik di luar.

Merencanakan suatu sistem yang bekerja di kapal, yang bekerja pada media air yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti, faktor iklim, faktor mesin yang berfluktuasi, pengaruh vibrasi, temperatur dan kondisi beban yang berubah-ubah periode pemakaian yang menghasilkan waktu yang lama,



memerlukan pertimbangan-pertimbangan khusus bila dibandingkan dengan suatu sistem yang bekerja di darat yang kondisinya relatif stabil.

Daya listrik pada kapal dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti, untuk penggerak kapal, penggerak mesin-mesin bantu dan pompa, untuk penerangan, pendinginan ruangan, pemanas dan berbagai sistem lainnya, dimana daya listrik yang dibutuhkan pada kapal umumnya di hasilkan oleh perangkat tertentu, yaitu : Generator set.

Salah satu alternatif penyedia daya listrik ataupun mekanika power di kapal adalah sistem Power Take Off (PTO), dimana PTO sebagai sistem yang komponen mesinnya kurang populer di Indonesia karena masih sebagai barang impor yang memang jarang diproduksi di Indonesia dan pemakaiannya masih terbatas akibat kondisi daerah pelayaran dan pertimbangan tertentu dari pihak pemilik kapal untuk menggunakannya.

Kondisi tersebut lambat laun akan berubah sesuai dengan kondisi zaman serta perubahan kondisi perekonomian Indonesia. Perubahan tersebut disebabkan adanya kegunaan Sistem Power Take Off (PTO) yang lebih besar bila dibandingkan oleh penggunaan Generator-set. Selain itu, seperti yang ada pada kapal yang diproduksi oleh PT. PAL SURABYA, MV JATIWANGI PALWO BUWONO 400, Sistem PTO digunakan untuk pembangkit daya listrik selama berlangsungnya pelayaran kapal tersebut.



1.2. PERUMUSAN MASALAH

Efisiensi memang akan didapatkan pada kapal yang menggunakan shaft generator, diantaranya adalah dapat mengurangi kebutuhan konsumsi bahan bakar. Namun ada beberapa permasalahan yang harus di analisa terlebih dahulu khususnya untuk penggunaan shaft generator pada kapal MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400 adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan sebagian daya motor induk untuk menggerakkan shaft generator harus dapat menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatan yang direncanakan.
- b. Perlu dipilih peralatan listrik yang sesuai dengan kondisi operasional kapal, sehingga sistem PTO dapat memenuhi kebutuhan daya listrik pada kapal tersebut dan beroperasi secara optimal dan menghasilkan efisiensi yang diinginkan.

Pada perumusan masalah ini, penulis mengambil batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- Analisa dan perhitungan tidak membahas masalah paralel generator dan distribusi tenaga.
- Analisa tidak membahas efisiensi dari sistem transmisi yang di gunakan
- Tidak membahas aspek ekonomis
- Analisa dan perhitungan tidak membahas masalah keandalan sistem Power take Off (PTO) dan getaran yang terjadi.



1.3. TUJUAN PENULISAN

Analisa ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang penggunaan sistem Power Take Off (PTO) yang digunakan sebagai pembangkit daya listrik pada kapal Container MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400, dengan rute pelayaran Palembang-Singapura.

1.4. MANFAAT TUGAS AKHIR

Penulisan tugas akhir ini, yang berjudul : “Analisa Penggunaan Power Take Off (PTO) sebagai pembangkit daya listrik pada kapal Container MV.JATIWANGI PALWO BUWONO 400”, diharapkan akan memiliki muatan manfaat positif dan diharapkan dapat dipakai sebagai pertimbangan dalam perencanaan kapal dengan menggunakan Power Take Off (PTO) tersebut, sehingga dapat menjadi alternatif pembangkit daya listrik di kapal.

1.5. METODE PENULISAN

Untuk dapat mencapai target dari penulisan tugas akhir ini, maka tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mempelajari konsep dasar sistem Power Take Off (PTO) sebagai pembangkit daya listrik kapal dari berbagai literatur yang terkait untuk memberikan dasar pemecahan masalah dalam kelengkapan referensi.



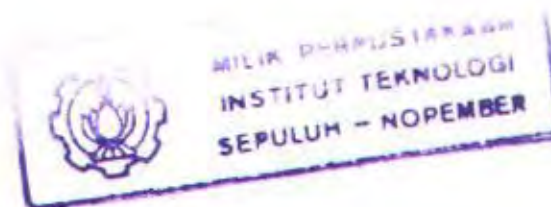
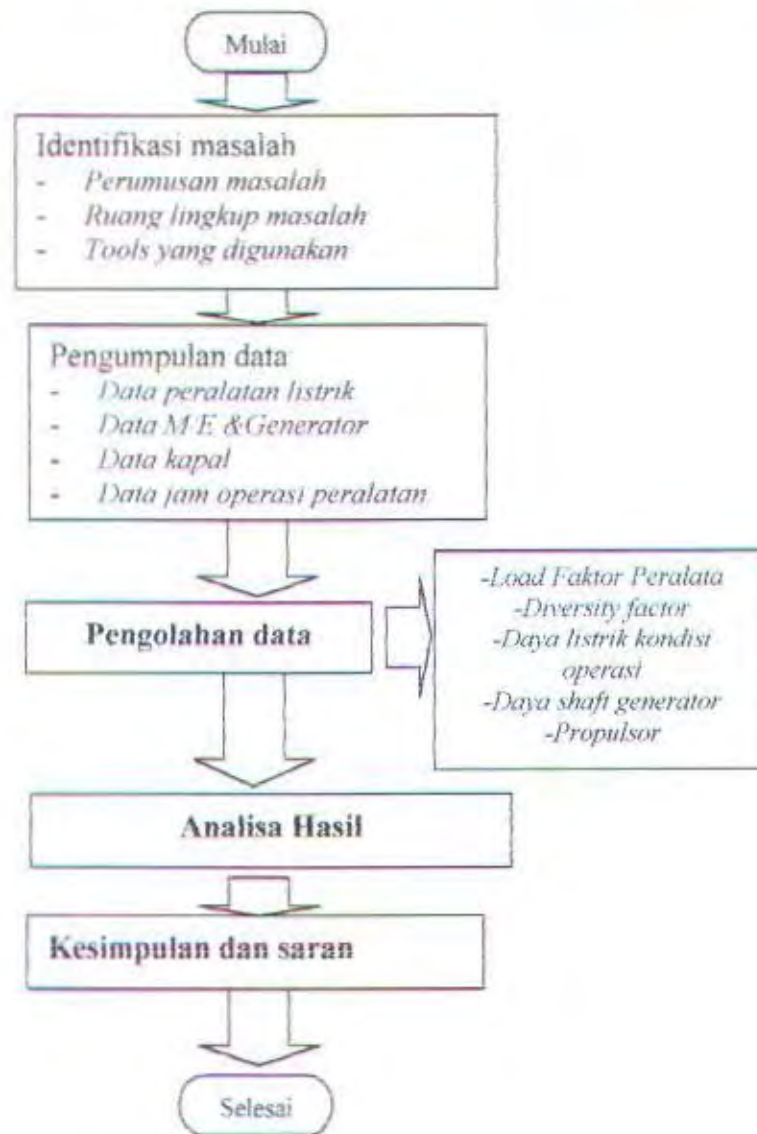
2. Studi Lapangan

Studi lapangan ini dilakukan dengan cara pengumpulan data-data yang didapat dari instansi dan perusahaan pelayaran yang terkait, meliputi :

- Data Prinsipal Dimension kapal
- Data rute kapal
- Data peralatan listrik (termasuk waktu operasi pada 4 kondisi)
- Data Spesifikasi main Engine.
- Data Spesifikasi Generator-Set.
- Data Spesifikasi Shaft generator (dilengkapi Gear Box dan propeller yang digunakan)
- Data operasi sistem Power take Off (PTO).

3. Analisa data

Dari data yang diperoleh, kemudian diolah untuk dianalisa dari segi teknis tentang sistem Power take Off (PTO) sebagai pembangkit daya listrik pada kapal Container MV JATIWANGI PALWO BUWONO 400.



Gambar 1, Chart Pengerjaan Tugas Akhir



1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini bertujuan agar penulisan dapat terarah dan sistematis. Sistematika tersebut adalah sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan,

Bab ini membahas mengenai latar belakang penulisan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan dan manfaat tugas akhir, metodologi serta sistematika tugas akhir.

Bab II. Tinjauan Pustaka,

Bab II membahas teori-teori tentang sistem Power Take Off (PTO) serta teori atau pengetahuan lain yang mendukung untuk analisa penyelesaian permasalahan dan menunjang penulisan tugas akhir.

Bab III. Pengolahan data

Bab ini dilakukan perhitungan Load factor peralatan listrik, perhitungan daya peralatan, daya generator, daya shaft generator sehingga dapat mendukung perhitungan secara keseluruhan pada analisa PTO di penulisan tugas akhir ini.

Bab IV. Analisa Hasil,

Bab ini dilakukan analisa pada data dan analisa pada hasil perhitungan yang ada pada bab III, sehingga dapat membantu untuk menemukan sebuah analisis yang tajam dan akurat serta terpercaya.

Bab V. Kesimpulan Dan Saran,

Bab ini akan berisi kesimpulan dari tugas akhir yang telah selesai dikerjakan dan saran bagi pemilik dan pembuat kapal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. TINJAUAN UTAMA

Setiap perencanaan dalam bidang teknologi, aspek teknis dan ekonomis menjadi parameter utama untuk diperhatikan dalam pelaksanaannya. Sebab kedua kedua aspek ini sangat menentukan apakah hasil dari perencanaan teknologi tersebut layak ddimanfaatkan atau tidak.

Perencanaan unit pembangkit daya listrik di kapal harus selalu berpegangan pada kedua aspek tersebut. Secara teknis, hasil dari perencanaan tersebut harus dapat melayani untuk semua aktifitas utama kapal pada kondisi operasinya. Kasus di lapangan sering ditemukan bahwa secara teknis, desain dapat memenuhi syarat yang telah ditentukan, tapi secara teknis pula sangat merugikan pemilik kapal, hal ini berarti tidak ada kesesuaian antara perencana dengan pihak owner dari segi teknik. Dari aspek ekonomis, perencana tersebut harus bisa membawa keuntungan ekonomis dalam operasinya.

Aktifitas ddi kapal, kebutuhan daya listrik dibangkitkan oleh unit generator. Dalam menjalankan fungsinya, generator digerakkan oleh engine sehingga menghasilkan daya keluaran yang dapat berfungsi sebagai pembangkit daya listrik. Untuk shaft generator, generator digerakkan oleh mesin induk, atau biasa disebut sebagai Power Take Off (PTO)



Keuntungan yang bisa didapatkan dari sistem Power Take Off (PTO) sebagai pembangkit daya listrik di kapal adalah efisiensi pemakaian bahan bakar. Kenyataan di lapangan, pemakaian sistem PTO sebagai pembangkit daya listrik di kapal masih jarang. Mungkin hal ini disebabkan dengan kenyataan bahwa PTO masih sebagai bahan impor yang memang jarang diproduksi di Indonesia dan pemakaiannya masih terbatas akibat kondisi daerah pelayaran dan pertimbangan tertentu dari pihak pemilik kapal untuk menggunakannya.

II.2. APLIKASI GENERATOR UTAMA DI KAPAL

Pengguna generator untuk pembangkit daya listrik di kapal harus benar-benar diperhatikan untuk menjaga kontinuitas dan efektifitas serta efisiensi dalam penggunaannya. Sekurang-kurangnya ada dua generator utama terpisah, yang masing-masing harus disediakan untuk pembangkit daya listrik di kapal. Daya outputnya harus berukuran sedemikian hingga daya output generator masih tersisa dan cukup untuk menutup kebutuhan daya dalam kondisi berlayar dan bongkar muat ketika agregat rusak atau diberhentikan.

Direkomendasikan bahwa paling sedikit berjumlah satu generator terpisah dari sistem penggerak utama harus disediakan. Instalasi shaft generator yang digerakkan oleh mesin induk pada putaran yang bervariasi sebagai fungsi dari olah gerak yang dilakukan, tidak dianggap sebagai instalasi generator utama.

Shaft generator yang dioperasikan pada kecepatan putar yang hampir konstan pada semua tingkatan kecepatan dari kapal (misalnya Controlable Pitch
Muhammad Badruz Zaman
(4299 100 424)



Propeller) dapat diakui sebagai generator utama, asalkan mesin utama dapat diatur dan tetap dijalankan biarpun agregat terpisah yang terbesar rusak.

Instalasi shaft generator harus dilengkapi dengan elemen control yang pasti mempertahankan tegangan dan bila perlu juga frekuensi di dalam batas-batas yang diizinkan bila generator di putar dalam batas kecepatan yang direncanakan. Untuk menjalankan shaft generator pada daya output nominal yang sekurang-kurangnya masih mungkin pada 75% - 100% dan waktu singkat sampai dengan 120% dari putaran nominal mesin utama.

II.3. PRINSIP DASAR PEMBANGKITAN DAYA GENERATOR

II.3.1. GENERATOR AC

Generator alternator juga sering disebut sebagai generator AC. Ini merupakan jenis mesin serempak (mesin sinkron), dimana frekuensi listrik yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kutub dan putaran yang dimilikinya. Listrik yang dihasilkan adalah listrik arus bolak-balik (listrik AC). Mesin penggerak dari generator AC untuk di kapal biasanya berasal dari diesel yang biasa disebut dengan diesel generator, turbin gas dan turbin uap.

Apabila dibandingkan dengan generator DC, maka generator AC lebih cocok untuk pembangkit tenaga listrik barkapasitas besar. Hal ini didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Timbulnya masalah komutasi pada generator DC



- Timbulnya persoalan dalam hal menaikkan atau menurunkan tegangan pada listrik DC. Hal ini menimbulkan persoalan untuk hantaran dalam pengiriman tenaga listrik (transmisi atau distribusi), masalah penampang kawat, tiang transmisi, rugi-rugi dan sebagainya.
- Listrik AC mudah diubah menjadi listrik DC.
- Masalah efisiensi mesin dan lain-lain, termasuk di dalamnya adalah masalah kesederhanaan konstruksi mesin, dimana generator AC lebih sederhana konstruksinya daripada generator DC.

Sedangkan bagian-bagian terpenting dari generator AC adalah :

1. Rangka stator, merupakan rumah dari komponen atau bagian dari generator yang lain.
2. Stator, sebagai tempat meletakkan lilitan stator, dimana lilitan stator sendiri merupakan tempat terjadinya GGL induksi.
3. Rotor, merupakan bagian yang berputar dan terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitannya yang dialiri arus searah melewati cincin geser dan sikat-sikat.
4. Slip ring atau cincin geser, berputar bersama-sama dengan poros dan rotor, terdiri dari buah yang masing-masing slip ring dapat menggeser sikat arang (sikat positif dan sikat negatif) dan berfungsi untuk mengalirkan arus penguat magnet ke lilitan magnet pada rotor.



5. Generator penguat, merupakan generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus (pada umumnya dipakai dinamo shunt). Generator arus searah ini biasanya di kopel terhadap mesin pemutarnya bersama generator utama. Akan tetapi banyak generator yang tidak menggunakan arus searah sebagai sumber penguat, tetapi mengambil sebagian kecil dari belitan statornya, ditransformasikan dan kemudian disalurkan dengan dioda sebagai sumber penguat magnetnya.

Pada sebuah generator AC terdiri dari rotor dan stator, dimana pada statornya terdapat lilitan armatur dan pada rotornya terdapat lilitan medan. Lilitan medan pada rotor ini dialiri arus searah yang dialirkan melalui sikat arang yang berada pada cincin pengumpul. Rotor diputar pada suatu kecepatan yang tetap oleh sumber daya mekanis pada pembahasan ini, yakni daya mekanis dari poros induk kapal.

Diputarnya rotor yang berisi lilitan medan tersebut di dalam stator yang berisi lilitan armatur maka akan menimbulkan beda tegangan diantara lilitan tersebut sesuai dengan putaran dan rotornya. Tegangan yang terjadi ini terjadi pada saat perubahan fluks yang disebabkan karena adanya gerakan mekanis/berputarnya dari rotor. Sedangkan tegangan yang ditimbulkan ini tergantung dari jumlah kumparan/lilitan armatur yang saling dihubungkan. Adapun daya yang dibangkitkan dihasilkan oleh generator ini tergantung dari beban yang dikenakan padaa rotor generator.



Pada saat suatu generator AC memberikan daya listrik pada beban tertentu, arus pada lilitan armaturnya akan menghasilkan suatu gelombang fluks di dalam celah udara yang berputar pada kecepatan rotor. Fluks ini akan bereaksi terhadap fluks yang dihasilkan oleh arus dari lilitan medan. Karena perbedaan inilah maka akan menimbulkan suatu momen guna mengembalikan pada kondisi semula dan pada poros generator harus diberikan momen mekanis dari motor penggerak, agar putarannya tetap adanya gerakan mekanis/berputarnya dari rotor. Sedangkan tegangan yang ditimbulkan ini tergantung dari jumlah kumparan/lilitan armatur yang saling dihubungkan. Adapun daya yang akan dibangkitkan dihasilkan oleh generator ini tergantung dari beban yang dikenakan pada rotor generator.

Pada saat suatu generator AC emmberikan daya listrik pada beban tertentu, arus pada lilitan armaturnya akan menghasilkan suatu gelombang fluks di dalam celah udara yang berputar pada kecepatan rotor. Fluks ini akan bereaksi terhadap fluks yang dihasilkan oleh arus dari lilitan medan. Karena perbedaan inilah maka akan menimbulkan suatu momen guna mengembalikan pada kondisi semula dan pada poros gencrator harus diberikan momen mekanis dari motor penggerak, agar putarannya tetap berlangsung.

Hal ini berlangsung karena momen yang ditimbulkan oleh beda fluks medan tersebut berlawanan putaran dari poros generator. Momen elektromagnet ini merupakan suatu mekanisme yang terjadi pada generator AC untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik.



Selanjutnya, dalam pengoperasian generator AC, terdapat hubungan antara frekuensi (f) dengan putaran (rpm). Dalam hal ini dapat dilihat rumus :

$$F = 1/T = P \times n / 120 \text{ Hz} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

F : Frekuensi listrik dalam satuan Hz.

T : Periode dalam satuan detik

P : Jumlah kutub generator

n : Putaran generator per menit.

Pada umumnya, Frekuensi listrik yang dihasilkan suatu generator untuk tenaga adalah 50-60 Hz. Apabila kumparan terletak diantara 2 kutub magnet (P=2) maka dalam satu putaran akan terbentuk satu gelombang. Demikian pula untuk generator 44 kutub magnet, maka dalam satu putaran akan terbentuk 2 gelombang.

Apabila ditinjau dari hubungan antara generator dan frekuensi listrik yaang dihasilkan generator arus bolak-balik maka dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : Pertama, Generator Singkrron. Dimana besarnya frekuensi listrik yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kutub dan putaran generator. Kedua, Generator Asinkron. Dimana besarnya frekuensi listrik yaang dihasilkan tidak sebanding dengan jumlah kutub dan putaran generatormya.



II.3.2.SHAFT DRIVEN GENERATOR

Pada kapal yang mempergunakan Controleble Pitch Propeller (CPP), penggunaan shaft driven generator telah menjadi peralatan standart selama bertahun-tahun (Hensel,1984), karena putaran putaran motor diesel dapat dijaga konstan, sehingga kestabilan frekuensi listrik yang dihasilkan terjaga. Pada umumnya kapal dengan CPP menggunakan motor diesel putaran menengah atau tinggi. Kondisi saat ini sekitar 60% lebih kapal menggunakan motor diesel putaran rendah (Doughty, 1997) dan Fixed Pitch Propeller (FPP), karena lift time dan premi asuransi yang lebih menguntungkan. Selain jenis bahan bakar yang dipergunakan adalah Heavy Fuel Oil (HFO) yang harganya lebih rendah dari Marine Diesel Oil (MDO)

Penggunaan shaft driven generator pada kapal yang mempergunakan motor diesel putaran rendah dan fixed propeller akan mampu mengurangi biaya operasional yang diakibatkan produksi listrik. Hal ini dikarenakan produksi listrik dapat dihasilkan oleh bahan bakar Heavy Fuel Oil (HFO)

II.3.2.1. Kelebihan dan kelemahan sistem Power Take Off (PTO)

Penggunaan shaft driven generator di kapal untuk menghasilkan listrik akan mampu memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Tingkat Kenyamanan (Taniguchi dkk,1995)

Tingkat kenyamanan anak buah kapal dan penumpang akan meningkat,

karena tingkat kebisingan dan getaran turun. Dimana sumber terbesar



kebisingan dan getaran di sebuah kapal selain motor induk adalah motor bantu (motor diesel generator), sehingga bila saat kapal berlayar, motor bantu tidak dioperasikan, maka sumber kebisingan dan getaran akan berkurang.

2. Tingkat Pencemaran

Tingkat pencemaran akibat gas buang akan menurun, karena terjadinya gas buang berkurang. Dimana sumber terbesar penghasil gas buang di sebuah kapal adalah motor induk dan motor bantu (motor diesel generator), sehingga bila saat kapal berlayar, motor bantu tidak dapat dioperasikan, maka sumber penghasil gas buang akan berkurang.

3. Tingkat Reliability (Grzywacy&Listenik,1995)

Tingkat reliability shaft driven generator lebih tinggi dibandingkan dengan motor diesel generator.

4. Perawatan (Taniguchi dkk, 1995)

Pada saat kapal berlayar, motor bantu tidak dioperasikan sehingga akan memperlama usia teknis motor bantu dan akan mengurangi biaya perawatan.

5. Biaya Bahan Bakar (Hensel, 1984)

Produksi listrik oleh shaft driven generator didasarkan pada harga Heavy Fuel Oil (HFO) yang setengah harga bahan bakar Marine Diesel Oil (MDO), sehingga akan menghemat pengeluaran bahan bakar.



6. Dimensi dan Berat Permesinan (Mikkelsen, 1984)

Dimensi dan berat shaft driven generator jauh lebih rendah dibandingkan motor bantu.

Selain daripada keuntungan-keuntungan tersebut diatas, banyak kapal yang menggunakan shaft driven generator karena beberapa alasan berikut (Galín,dkk) :

1. Kelebihan Daya Motor Induk

Kelebihan daya motor induk ini disebabkan adanya dua kondisi operasional kapal yang sangat berbeda.

2. Waktu Sandar di pelabuhan yang pendek

Dikarenakan waktu bongkar muat yang pendek, sehingga tidak ada waktu yang cukup untuk melaksanakan perawatan ataupun perbaikan motor bantu di pelabuhan, sehingga pekerjaan tersebut harus tetap dilanjutkan saat kapal sudah berlayar.

3. Kebutuhan energi listrik yang besar

Karena adanya kebutuhan listrik yang besar, maka penggunaan shaft driven generator akan menggunakan keuntungan ekonomi yang tinggi apabila dibandingkan menggunakan generator konvensional. Sebagai contoh adalah kapal refrigerasi, kapal penumpang antar benua, dimana besarnya kebutuhan listrik dipengaruhi oleh : Akomodasi hotel kapal, Kenyamanan penumpang, permesinan untuk anti rolling, pendingin ruang muatan.



Sedangkan kelemahan yang ditimbulkan oleh penggunaan shaft driven generator terutama adalah biaya investassi yang lebih tinggi dibandingkan motor diesel generator.

II.3.2.2. Karakteristik dan Type sistem Power Take Off (PTO)

Pada saat ini terdapat banyak jenis shaft driven generator. MAN B&W sebagai salah satu jenis pabrik pembuat motor diesel khususnya untuk bidang marine engineering telah mengembangkan beberapa shaft generator yang menggunakan prinsip mekanis hidrolis, mekanis elektris, maupun hanya mekanis saja. Adapun beberapa type dari Power Take Off (PTO) adalah sebagai berikut :

1. PTO/GCR (Power Take Off/Gear Constant Ratio).

Terdiri dari flexible Coupling, step up gear, torsionaly rigid coupling dan alternator. PTO/GCR adalah shaft generator yang paling sederhana dibandingkan yang lainnya. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya Speed Control atau frekwensi sistem kontrol dalam pengoperasiannya. Pada umumnya, PTO/GCR digunakan untuk pembangkit tenaga listrik dengan control frekwensi yang konstan sepanjang pengoperasionalnya, karena frekwensi pada alternator adalah sebanding terhadap kecepatan engine. Pada kondisi ini, engine harus dioperasikan pada kecepatan konstan. Ini adalah hanya mungkin jika Propeller Pitch Propeller dipasang. Tetapi jika FPP (Fixed Pitch Propeller)



digunakan, maka kecepatan propeller dan thrust pada engine bervariasi dengan kecepatan yang diperlukan kapal.

Sebagai alternatif, PTO/GCR dapat yang digunakan untuk pembangkit tenaga floating frekwensi, e.g. antara 50 dan 60 Hz, artinya bahwa kecepatan mesin induk diijinkan untuk bertukar-tukar antara 83% dan 100 % pada kecepatan MCR (Maximum Continuous Rating).

PTO/GCR tidak mampu untuk paralel dengan mesin bantu dalam jangka waktu lama. Konsekwensinya, PTO/GCR sering digunakan untuk persediaan listrik atau sebagai pembangkit daya listrik untuk kebutuhan kapal selama perjalanan, dan kondisi Genset dalam keadaan Off (tidak dioperasikan). Selama proses manuvering, PTO/GCR dapat digunakan sebagai sumber tenaga untuk baling-baling haluan (bow thruster) Total efisiensi PTO/GCR adalah sekitar 92 %.

Investasi ongkos PTO/GCR adalah banyak lebih kecil dibanding ongkos suatu PTO/GCR atau suatu PTO/CFE. Pada sisi lain, investasi ongkos untuk Controlable Pitch Propeller (CPP) yang dikombinasikan dengan PTO/GCR lebih tinggi dibandingkan dengan FPP (Fixed Pitch Propeller).

2. PTO/RCF (Power Take Off/Renk Constant Frequency)

Terdiri dari flexible coupling, step up gear, torsionaly rigid coupling, dan alternator, serta electrical control equipment. Prinsip

PTO/RCF ini banyak digunakan pada kapal yang menggunakan Fix Pitch



Propeller. PTO/RCF ini juga berdasarkan prinsip mekanis hidrolis yang mengontrol kecepatan putaran, sehingga frekuensi listrik yang dihasilkan generator relatif stabil.

Penggunaan Power Take Off (PTO) pada sebuah shaft driven generator membuat penyambungan dan pelepasan antara Shaft driven generator dengan motor induk menjadi sederhana. Untuk alasan ini, PTO/RCF menjadi sangat populer digunakan di kapal. Sistem ini dihubungkan ujung depan motor diesel.

3. PTO/CFE (Power Take Off/Constant Frequency Electrical)

Terdiri dari flexible coupling, step up gear, torsionaly rigid coupling, dan alternator, serta electrical control equipment.

PTO/CFE ini, mampu menghasilkan listrik dengan frekuensi elektrik konstan. Dan pada type ini dapat mengontrol frekuensi yang masuk agar frekuensi keluarnya stabil dengan menggunakan peralatan elektronik

Pada umumnya tenaga listrik diproduksi dengan bermacam-macam frekuensi dan setelah itu dikonversi oleh tyristor yang mengendalikan ke tenaga listrik dengan suatu frekuensi tetap. Total efisiensi PTO/CFE bervariasi antara 84% dan 88%.

Shaft driven generator ini dapat di pasang disamping motor induk dan digerakkandari power take off yang digerakkan oleh crankshaft.



Keuntungan dari sistem tersebut adalah :

- Perawatannya mudah dan tidak mudah terpengaruh perawatan motor diesel.
- Pemasangan peredam getarannya mudah.
- Tidak memerlukan panjang kamar mesin yang lebih.
- Tidak diperlukan pondasi yang terpisah.

Ada persyaratan teknis yang harus diperhatikan pada penggunaan shaft driven generator untuk pembangkit daya listrik di kapal. Hal ini berkaitan dengan kemampuan daya yang dihasilkan oleh motor induk kapal dengan adanya penambahan shaft generator agar kecepatan dinas kapal tidak berkurang.

II.4. KARAKTERISTIK MOTOR PENGGERAK (DIESEL ENGINE)

II.4.1. Karakteristik Fuel Rate

Penggunaan bahan bakar bervariasi dengan kondisi operasi. Karakteristik disajikan dalam beberapa grafik prestasi dari suatu mesin yang dikeluarkan oleh perusahaan pembuat mesin atau hasil pengujian mesin, meliputi tingkat konsumsi bahan bakar, BMEP untuk RPM yang konstan, konsumsi bahan bakar torsi propeller.

Karakteristik ditentukan oleh penggunaan bahan bakar pada kecepatan dan pembebanan yang berbeda-beda. Dengan mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar dan mengalikannya dengan nilai panas dari bahan bakar tersebut maka dapat ditentukan besarnya panas yang masuk ke dalam mesin. Konsumsi bahan



bakar seringkali dinyatakan dalam SFOC 9gr/kw hr) pada putaran mesin yang konstan. Total SFOC bervariasi secara linier dengan tingginya beban. Untuk menganalisa mesin dengan sistem propulsi dan sistem lainnya, maka konsumsi bahan bakar dilukiskan dengan kurva daya dan putaran mesin. Penggambaran ini digunakan untuk menentukan apakah ukuran mesin dan karakteristiknya sudah sesuai dengan beban yang diterima.

II.4.2. Karakteristik Putaran Motor

Putaran mesin ditentukan dengan cara menghitung putaran mesin selama selang waktu tertentu yang besarnya sebanding dengan pembebanan, artinya pembebanan yang besar akan menyebabkan putaran mesin makin besar demikian sebaliknya. Penyimpangan dari kurva model menunjukkan apakah propeller terlalu ringan atau berat sehingga torsi propeller besar atau kecil pada rpm tertentu.

Ada beberapa batasan yang perlu diperhatikan pada pengoperasian mesin diesel, yaitu :

1. Kecepatan Minimum (Idling Speed)

Pembatasan ini sehubungan dengan injeksi bahan bakar dan karakteristik inersia dari komponen-komponen mesin yang bergerak pada kecepatan rendah bahan bakar yang diinjeksikan harus sedikit, tetapi hal ini dapat terganggu karena pada kecepatan rendah temperatur tidak dapat mencapai titik nyala.



2. Kecepatan Turbocharge (Turbo Rpm)

Kecepatan turbocharge yang selalu tinggi dapat mengakibatkan tidak sempurnanya pembakaran, hal ini disebabkan terlalu banyaknya udara yang masuk sedangkan yang diinjeksikan tidak sebanding dengan pemasukan udara.

3. Kecepatan Maksimum (Maximum Speed)

Pengaruh rpm yang terlalu tinggi kemungkinan kurang efektif terhadap laju pembakaran sehubungan dengan isapan udara dan injeksi bahan bakar yang masuk. Hal ini disebabkan pompa bahan bakar independent terhadap putaran mesin.

II.4.3. Karakteristik Torque – rpm

Karakteristik mesin diesel sebagai motor penggerak pada sistem propulsi dapat dinyatakan bahwa hubungan torque dan power adalah fungsi dari kecepatan (engine speed) dengan asumsi penginjeksian massa bahan bakar dalam silinder perputaran mesin adalah tetap.

Dari hasil pengujian bahwa diesel engine efisiensi (η_e) tidak begitu bervariasi terhadap variable engine speed. Sedangkan untuk mass full rate yang dikonsumsi adalah proporsional dengan engine speed. Formulasinya adalah sebagai berikut:

$$\eta_e = P_b / H_o \quad (2)$$



$$\dot{P}_f = Z \eta_e \dot{m}_a / \delta \quad (3)$$

$$\text{Sehingga } P_B = \eta_e Z \dot{m}_a \dot{n}_a / \delta \quad (4)$$

Dimana : η_e = Engine thermal effisien

H_o = Fuel lower heating Value (J/kg)

\dot{P}_f = Fuel mass Flow (kg/s)

\dot{m}_a = Fuel mass injected per cylinder cycle (kg)

Z = Number of cylinder

δ = Number of revolution per engine cycle

Perlu diperhatikan bahwa energi mesin diesel yang timbul berasal dari persamaan

$$\dot{W} = P \dot{V} = P dv = P(V_2 - V_1) = P L A \quad (5)$$

dipengaruhi oleh jenis langkah mesin, jumlah putaran mesin tiap detiknya maka persamaan menjadi :

$$\dot{W} = I \text{MEP} \cdot L A (N/60) K_z \quad (6)$$

Usaha yang dihasilkan dapat diartikan sebagai HP, yaitu daya yang dihasilkan oleh main engine sedangkan IMEP dapat dianalogkan sebagai P, yaitu tekanan indikasi efektif rata-rata yang ada dalam silinder, sehingga :

$$\text{IHP} = \text{PLAN} K_z / 60 \quad (7)$$

Setelah IHP didapat kemudian dicari persamaan untuk BHP (Brake Horse Power) atau daya yang bekerja pada poros setelah keluar dari mesin induk seperti persamaan sebagai berikut :

$$\text{BHP} = \eta_m \text{IHP} \quad (8)$$



Dengan mensubstitusi persamaan dan ke persamaan sehingga menjadi sbb :

$$\text{BHP} = \text{BMEP LAN } Kz/60 \dots\dots\dots(9)$$

Bila diketahui :

$$\text{BHP} = 2\pi QN/60 \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Maka BMEP} = Q [2\pi/LA Kz] \dots\dots\dots(11)$$

Diketahui $2\pi, z, l, A, K = \text{konstan}$.

Sehingga dapat dikatakan bahwa $\text{BMEP} = Q$ atau sama dengan panjang langkah pemompaan dan untuk power,

$$\text{Power} = \text{BMEP} \times N \dots\dots\dots(12)$$

II.5. PERHITUNGAN BEBAN LISTRIK

Dalam merencanakan suatu sistem dan untuk memperkirakan besarnya kapasitas dari generator dan peralatan listrik lainnya harus diketahui besarnya kebutuhan maksimum dari peralatan. Kebutuhan maksimum sendiri didefinisikan sebagai kebutuhan daya rata-rata terbesar yang terjadi dalam selang waktu yang singkat di dalam periode kerja peralatan tersebut. Sedangkan kemampuan rata-rata berarti keperluan daya rata-rata selama periode kerja yaang dapat ditentukan dengan membagi energi yang dapat dipakai dengan kWH dengan jumlah jam dalam periode tersebut.

Kondisi utama mengapa nilai dari kebutuhan makssimum penting, karena secara langsung dengan mengetahui besarnya kebutuhan maksimum, dapat



diperkirakan kapasitas-kapasitas dari generator dan secara tidak langsung dapat diketahui investasi awal yang diperlukan yang mempunyai pengaruh selanjutnya dalam pertimbangan ekonomis suatu perencanaan.

Proses penentuan daya listrik yang digunakan untuk melayani kebutuhan listrik di kapal, khususnya untuk kapal container yang penulis analisa ini, mak diperlukan pertimbangan-pertimbangan agar genset yang digunakan dapat melayani kebutuhan listrik secara optimal pada berbagai kondisi operasi di kapal. Adapun pertimbangan-pertimbangan tersssebut antara lain : Pertama, daya total dari peralatan listrik dan penerangan. Kedua, faktor daya dari peralatan atau npenerangan.

Kondisi-kondisi yang ada pada kapal container untuk penggunaan daya listrik, menurut Germanisher Lloyd, dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut diatas maka didapatkan kebutuhan daya listrik di kapal pada masing-masing kondisi operasi kapal. Sistem Power Take Off harus dapat menjadi pembangkit daya listrik di kapal pada berbagai kondisi di kapal, khususnya untuk operasi kapal khususnya untuk peralatan yang tidak bekerja secara kontinyu.

II.5.1. Perhitungan Kapasitas Generator

Pada prosesi ini, ada beberapa bebrapa hal yang harus diperhatikan, adalah:

- Kondisi operasi kapal
- Load faktor tiap peralatan



- Diversity faktor
- Faktor daya

A. Kondisi Opearsi Kapal

Setiap perhitungan kapasitas generator ada hal yang harus diperhitungkan dalam kondissi operasi kapal, yaitu :

- ▲ Empat kondisi : Berlabuh, meninggalkan pelabuhan, berlayar, dan bongkar muat.

Menurut BKI, pada kondisi berlayar digunakan sebagai pedoman dalam menentukan kapasitas generator karena merupakan kondisi yang paling lama dilakukan.

Pada saat berlabuh di pelabuhan, kebutuhan listrik menggunakan pelayanan listrik PLN dari pihak pelabuhan karena pertimbangan biaya yang lebih murah dari pada pengoperasian generator. Proses penentuan kapasitas generator perlu mengetahui jumlah beban pada kondisi operasi kapal, hal ini dilakukan dengan perhitungan analisa beban listrik yang berupa tabel yang biasa disebut dengan tabel kalkulasi keseimbangan beban listrik (calculation of electric power balance) atau disebut juga Antcipated Electric Power Consumption table.

B. Load Faktor Peralatan

Load faktor didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu pemakaian suatu peralatan dalam suatu kondisi dengan total waktu satu kondisi yang dimaksud, atau dapat dirumuskan sebagai berikut :



$$LF = \frac{\text{Total waktu operasi peralatan}}{\text{Total waktu satu kondisi}} \dots\dots\dots (13)$$

Perhitungan load faktor dipengaruhi oleh bebrapa hal antara lain :

▲ Karakter Pembebanan dari Peralatan

Karakter pembebanan ini mengandung pengertian keadaan atau sifat dari peralatan tersebut, apakah sering atau jarang dibebani selama periode kerja yang telah ditentukan. Dan faktor-faktor yang berhubungan pada karakter pembebanan adalah : Cuaca, jenis kapal, daerah/rute pelayaran, jumlah ABK dan penumpang.

▲ Jenis Kapal

Faktor jenis kapal juga berpengaruh dalam penentuan besarnya faktor beban dari peralatan. Seperti contohnya pompa bilga pada kapal very dengan pompa bilga pada kapal barang. Pompa bilga pada kapal fery sangat jarang dipergunakan, kemungkinan hanya satu kali dalam seminggu dan pada waktu ada pengujian. Sedangkan pada kapal barang, penggunaan pompa bilgaa itu lebih sering terjadi.

▲ Daerah/Rute Pelayaran

Hal-hal yaang berpengaruh pada kondisi ini adalah : Musim, jarak pelayaran yang berbeda sehingga akan menghasilkan faktor beban yang berbeda pula.



C. Diversity Faktor

Diversity faktor sering juga disebut dengan faktor kebersamaan, yang memiliki pengertian yaitu . faaktor yang merupakan perbandingan antara total daya keseluruhan peralatan yang ada dengan total daya yang dibutuhkan untuk setiap waktu.

Faktor diversitas dapat digunakan untuk mencari beban operasi dengan tujuan menentukan jumlah total beban yang harus dilayani oleh generator akibat adanya pengoperasian beban-beban dalam waktu yang bersamaan.

Daya masuk total dari seluruh pamakai daya yang ada dikalikan dengan suatu faktor kesamaan waktu bersama dan ditambahkan kepada daaya masuk total dari seluruh perlengkapan pemakai daya yang terhubung tetap.

Faktor kesamaan waktu bersama harus ditetapkan dengan dimasukkan pertimbangan beban tertinggi yang dapat diharapkan terjadi pada waktu yang sama. Jika penentuan yaang tepat sulit untuk dilaksanakan maka faktor kesamaan waktu digunakan menurut aturan BKI tidak boleh rendah dari 0.5 dalam penentuan kapasitas generator ini diambil harga 0.7.

Daya total yang ddiperlukan adalah jumlah beban yang harus dilayani generator pada masing-masing kondisi operasi kapal dan besarnya menurut BKI mensyaratkan apabila tidak ada petunjuk yang terperinci untuk menentukan daya yang keluar dari generator ditentukan tidak boleh keluar dari 86% dari kapasitas generator atau sebagai batas maksimal faktor pembebanan generator. Jadi



Jumlah beban = 100% / 115% Kapasitas generator

$$= 86 \% \dots\dots\dots (14)$$

Untuk menentukan kapasitas generator yang dipilih, dihitung dengan seminimalnya daya yang digunakan untuk mengoperasikan kapal dilaut adalah 14% lebih besar dari kebutuhan daya hasil perhitungan tabel balancing daya. Tujuan dari pembatasan ini adalah untuk menjaga kerja generator agar tidak terlalu berat yang berhubungan dengan masalah arus pengasutan pada motor-motor listrik.

D. Faktor Daya (Power Factor)

Dengan tidak mengindahkan adanya unsur tegangan dan arus, faktor daya dapat didefinisikan perbandingan antara daya sebenarnya yaang dipakai dengan daya samar (apparent power = perkalian tegangan dan arus).

Jadi,

$$\text{Faktor Daya} = W / VA = kW / kVA \dots\dots\dots (15)$$

Jika tegangan dan arus sama-sama sinusoidal, maka faktor daya = $\cos\phi = kW / kVA$

Dimana $\cos\phi$ adalah perbedaan fasa antara tegangan dan arus.



BAB III

PENGOLAHAN DATA

III.1. DATA UTAMA

Data utama kapal Container Jatiwangi Palwobuwono 400 antara lain adalah ukuran utama kapal, spesifikasi motor induk, dan spesifikasi generator.

III.1.1. Ukuran Utama

Kapal Container Jatiwangi PB 400 memiliki ukuran utama sebagai berikut

▲ Length Over All	: 109.50 m
▲ Length Of Perpendicular	: 103.31 m
▲ Breadth Moulded	: 18.20 m
▲ Depth Moulded	: 8.15 m
▲ Draught	: 6.30 m
▲ Gross Tonnage	: 4675 Ton
▲ Nett Tonnage	: 2429 Ton
▲ Ligh Displacement	: 2350 Ton
▲ DWT	: 6.006 Metr.Ton
▲ Capacity	
▪ Cargo Hold	: 24 t / TEU, 30t / FEU
▪ On Deck/Hatchcovers	: 40 t / stack TEU ; 65 t / staack FEU





▲ Service Speed	: 14.6	Knots
▲ Trial Speed	: 15.5	Knots

III.1.2. Motor Induk Yang Digunakan

- Merk : MAN / B & W
- Type : 8 L 32/40
- Speed : 750 rpm
- Bore & Stroke : 320 x 400 mm
- Fuel Consumption : 14.5 MT

III.1.3. Electric Power Source

▪ Generator Drive

- * Main Engine : 1 Pcs
- * Auxiliary Diesel Engine : 2 (two) pcs
 - Merk : MAN
 - Type : D-2866 LE
 - Output : 270 KW at 1800 rpm
 - Fuel Consumption : In Port 2.36 MT/day
 - Bore/Stroke : 128 / 155 mm
 - Piston Displacement : 11.97 ltrs.
- * Emergency Generator : 1 pcs
 - Output : 198 KW



▪ Generator

- * M.E. Shaft Generator : 1 pcs
- * Out put : 400 KW/450 V/60 Hz
- * ADE Driven Generator : 2 pcs
 - * Output : 250 KW/ 450 V, 3 ph/60 Hz
- * Emergency Generator : 1 pcs
 - * Output : 180 KW/450 V, 3 ph/60 Hz

III.2. PERHITUNGAN LOAD FAKTOR

Load faktor peralatan adalah perbandingan antara daya rata-rata dengan kebutuhan daya untuk operasi maksimal untuk suatu kondisi. Penentuan load faktor ini ditentukan dengan pertimbangan seberapa penting alat tersebut dan lamanya alat tersebut bekerja.

Setelah diadakan pengelompokan, kemudian dari data yang diisikan jumlah peralatan, daya masuk, kemudian saat pengoperasian peralatan tersebut juga banyaknya peralatan yang dioperasikan mengingat adanya peralatan cadangan. Prosentase faktor beban diisikan pada tiap kondisi operasi daaan besarnya tergantung pada seringnya peralatan tersebut dipakai, besarnya pemakaian daya dari peralatan tersebut terhadap daya nominal. Untuk peralatan yang jarang digunakan dapat diberikan beban nol untuk semua kondisi.

Sedangkan peralatan yang beroperasi secara kontinyu dalam pengoperasian kapal mendapatkan beban tetap atau continuous load dapat diberikan



faktor beban nol untuk semua kondisi. Dan untuk peralatan dengan beban sementara atau intermitten adalah beban dari peralatan yang beroperasi secara tidak terus menerus.

Lamanya penggunaan peralatan ditentukan oleh seberapa penting peralatan tersebut dalam semua kondisi dari sebuah kapal. Untuk peralatan yang penting dari setiap kapal sangat berbeda tergantung dari jenis kapal.

Tabel 1. Pehitungan Load Factor KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

No	Nama Peralataan	Seagoing		Leaving Port		Loading/Unloading		Port Night Consumer	
		Penggunaan per 24 jam	LF	Penggunaan Per 1 jam	LF	Penggunaan per 4 jam	LF	Penggunaan per 8 jam	LF
1	Hydraulic Pump Steering Gear	11.76	0.49	0.49	0.49			1.6	
2	Anchor winches (Fore)					1.2	0.3	1.6	0.2
3	Mooring Winches (Aft)					1.2	0.3	0.8	0.2
4	Startingair Compressor	9.6	0.4	0.3	0.3	1.2	0.3		0.1
5	Hydraulic Pump Hatch Cover					1	0.25		
6	Hydraulic Crane					1.96	0.49		
7	Seacooling water Pump	14.4	0.6	0.5	0.5			4.8	
8	Harbour Seacoolingwater Pump					2.4	0.6		0.6
9	LT Freshcoolingwater Pump	12	0.5	0.5	0.5				
10	HT Freshcoolingwater Pump	16.8	0.7	0.7	0.7			2.4	
11	FCW Filling Pump	7.2	0.3	0.3	0.3	1.2	0.3		0.3
12	Ballast-Bilge-Firefighting Pump					0.8	0.2		
13	Main Bilge-Firefighting Pump					0.8	0.2		
14	Sludge Pump					0.8	0.2		
15	Fire-Fighting Pump Foreship							4	
16	MDO-Supply Pump A/E			0.49	0.49	1.6	0.4		0.5
17	Luboll Pump Main Engine	14.4	0.6	0.5	0.5				
18	Luboll Transfer Pump	11.76	0.49	0.5	0.5				
19	HFO Transfer Pump	11.76	0.49	0.5	0.5	1.6	0.4		
20	MDO Transfer Pump	9.6	0.4	0.49	0.49	1.6	0.4		
21	HFO Separator and Pump M/E	12	0.5	0.5	0.5			2.4	
22	MDO Separator and Pump A/E	7.2	0.3	0.2	0.2	1.2	0.3		0.3
23	LO Separator and Pump M/E	12	0.5	0.6	0.6			1.6	



Tugas Akhir (KS 1701)

No	Nama Peralataan	Seagoing		Leaving Port		Loading/Unloading		Port Night Consumer	
		Penggunaan	LF	Penggunaan	LF	Penggunaan	LF	Penggunaan	LF
		per 24 jam		Per 1 jam		per 4 jam		Per 8 jam	
24	Freshwater Generator	14.4	0.6	0.5	0.5	1.6	0.4	1.6	0.2
25	Oily Water Separator	7.2	0.3	0.3	0.3	1.2	0.3	2.4	0.3
26	Aircondition Compressor Acc	12	0.5	0.5	0.5	2	0.5	2.4	0.3
27	Aircondition Fan Accomodation	14.4	0.6	0.6	0.6	2.4	0.6	4	0.5
28	AC Engine Control Room (ECR)	19.2	0.8	0.8	0.8	2	0.5	3.2	0.4
29	Fan Engine Room (MSB)	24	1	1	1	2	0.5	4	0.5
30	Fan Steering Gear Room			1	1				
31	Fan Bow Thruster Room			1	1				
32	Fan Emergency Generator Room								
33	Fan Garbage Store	12	0.5			2.4	0.6		
34	Fan Sanitary Spaces	19.2	0.8	0.8	0.8	3.2	0.8	6.4	0.8
35	Fan Galley	19.2	0.8	0.6	0.6	3.2	0.8	4.8	0.6
36	Fan Paint Store Foreship	12	0.5	0.6	0.6	2.4	0.6	6.4	0.8
37	Fan Sparator Room	14.4	0.6	0.6	0.6	2.4	0.6	2.4	0.3
38	Fan Hydraulic Room Middle					0.8	0.2		
39	Fan CO2-Room	14.4	0.6	0.6	0.6	3.2	0.8	6.4	0.8
40	Fan Cargo Room	19.2	0.8	0.8	0.8				
41	Fan Workshop	7.2	0.3	0.3	0.3	1.2	0.3		
42	Provision Plant	12	0.5	0.5	0.5	2	0.5	4.8	0.6
43	Gangway Winch					0.4	0.1		
44	Freefall Boatwinch								
45	life Saving / Store Hadling					1.2	0.3		
46	Luboil Pump Gear Box	24	1	1	1				
47	Combined Boiler, Burner and Pump	14.4	0.6	0.6	0.6				
48	Sewage Plant	12	0.5	0.4	0.4	1.96	0.49		
49	Incenator	14.4	0.6			2.4	0.6		
50	Bow Thruster			1	1				
51	Container Socket	16.8	0.7	0.6	0.6	1.6	0.4	4.8	0.6
52	Turning Motor			0.3	0.3				
53	Workshop Equipment	7.2	0.3	0.2	0.2	1.2	0.3		
54	Galley Equipment	9.6	0.4	0.49	0.49	1.6	0.4	1.6	0.2
55	Hydrophor Pump FW	12	0.5	0.49	0.49	1.2	0.3	3.2	0.4
56	Warmwater Circulation Pump	12	0.5	0.5	0.5	2	0.5	4	0.5
57	Power Socket 32A					0.8	0.2		
58	Battery Charger	14.4	0.6	0.5	0.5	2	0.5	4	0.5
59	GGMDSS-Station (Battery Charger)	12	0.5	0.5	0.5	2	0.5	3.92	0.49



Tugas Akhir (KS 1701)

No	Nama Peralataan	Seagoing		Leaving Port		Loading/Unloading		Port Night Consumer	
		Penggunaan	LF	Penggunaan	LF	Penggunaan	LF	Penggunaan	LF
		per 24 jam		Per 1 jam		per 4 jam		Per 8 jam	
60	Heeling Control System					1.6	0.4		
61	FO Supplaa Pump Main Engine	11.76	0.49	0.5	0.5				
62	FO Circulation Pump Main Engine	12	0.5	0.5	0.5				
63	FO Suplav Pump Aux. Engine			0.6	0.6	2	0.5	2.4	0.3
64	FO Circulation Pump Aux. Engine			0.5	0.5	2	0.5	2.4	0.3
65	Cylinder Oiltransfer Pump	11.76	0.49	0.4	0.4				
66	Valve Control HPU			0.3	0.3	0.8	0.2		

(Sumber data : Pengamatan dan interview di lapangan)

Setelah kita menghitung load factor maka kita dapat menghitung beban keseluruhan pada tiap kondisi dari kapal tersebut, sehingga penentuan besar daya generator yang akan dipasang akan dapat dioptimalkan dengan pertimbangan jumlah generator yang terpasang, spesifikasi dari generator yang akan dipasang.

Penentuan besarnya daya generator yang akan dipakai dihitung dengan memasukkan daya hasil perhitungan (lampiran) dan harus dikoreksi dengan besarnya factor pemakaian bersama (diversity factor) diantara semua peralatan-peralatan (beban) yang bekerja.

Harga dari factor pemakaian bersama ditentukan sebesar 0.7 dimana factor kebersamaan ini menurut peraturan BKI tidak boleh lebih kecil dari 0.5 dan untuk generator demand faktornya tidak boleh lebih besar dari 86 %, hal ini untuk mengatasi daya peralatan listrik pada saat start sebesar 14 % (BKI Vol IV).



**Tabel 2. Pehitungan Daya Peralatan berdasarkan Load Factor
Pengamatan KM Jatiwangi Palwo Buwono 400**

No	Nama Peralatan	Input (KW)	Seagoing			Leaving Port			Loading/Unloading			Port Night Consumer		
			LF	Output		LF	Output		LF	Output		LF	Output	
				CL	IL		CL	IL		CL	IL		CL	IL
1	Hydraulic Pump Steering Gear	18.82	0.49	9.222		0.49	9.222							
2	Anchor winches (Fore)	45.45							0.3	13.635		0.2		9.09
3	Mooring Winches (Aft)	34.48							0.3	10.344		0.2		6.896
4	Startingair Compressor	10.73	0.4	4.292		0.3		3.219	0.3	3.219		0.1		1.073
5	Hydraulic Pump Hatch Cover	59.77							0.25	14.9425				
6	Hydraulic Crane	372.04							0.49	182				
7	Seacoolingwater Pump	41.38	0.6	24.83		0.5	20.69							
8	Harbour Seacoolingwater Pump	5.85							0.6	3.51		0.6	3.51	
9	L.I Freshcoolingwater Pump	41.38	0.5	20.69		0.5	20.69							
10	HT Freshcoolingwater Pump	14.94	0.7	10.46		0.7	10.46							
11	FCW Filling Pump	0.69	0.3		0.207	0.3		0.207	0.3		0.207	0.3		0.207
12	Ballast-Bilge-Firefighting Pump	59.34							0.2	11.868				
13	Main Bilge-Firefighting Pump	59.34							0.2	11.868				
14	Sludge Pump	5.61							0.2	1.122				
15	Fire-Fighting Pump Foreship	14.94												
16	MDO-Supply Pump A/E	1.88				0.49	0.921		0.4	0.75		0.5	0.94	
17	Luboll Pump Main Engine	59.34	0.6	35.6		0.5	29.67							
18	Luboll Transfer Pump	0.94	0.49	0.461		0.5	0.47							
19	HFO Transfer Pump	7.93	0.49	3.896		0.5	3.975		0.4	3.18				
20	MDO Transfer Pump	7.93	0.4	3.18		0.49	3.896		0.4	3.18				
21	HFO Separator and Pump M/E	10.49	0.5	5.245		0.5	5.245							
22	MDO Separator and Pump A/E	3.46	0.3		1.038	0.2		0.692	0.3		1.038	0.3		1.038
23	LO Separator and Pump M/E	16.67	0.5	8.335		0.6	10							
24	Freshwater Generator	6.02	0.6	3.612		0.5	3.01		0.4	2.41		0.2		1.204
25	Only Water Separator	6.02	0.3		1.806	0.3		1.806	0.3		1.806	0.3		1.806
26	Airoondition Compressor Aoc	61.54	0.5	30.77		0.5	30.77		0.5	30.8		0.3		18.462
27	Airoondition Fan Accomodation	8.62	0.6	5.172		0.6	5.172		0.6	5.17		0.5		4.31
28	AC Engine Control Room (ECR)	5.61	0.8	4.488		0.8	4.488		0.5	2.81		0.4		2.24
29	Fan Engine Room (MSB)	13.25	1	13.25		1	13.25		0.5	6.63		0.5		6.63
30	Fan Steering Gear Room	0.52				1	0.52							
31	Fan Bow Thruster Room	0.78				1	0.78							
32	Fan Emergency Generator Room	0.78												
33	Fan Garbage Store	0.52	0.5	0.26					0.6	0.31				
34	Fan Sanitary Spaces	1.35	0.8	1.08		0.8	1.08		0.8	1.08		0.8	1.08	
35	Fan Galley	1.01	0.8	0.808		0.6	0.606		0.8	0.81		0.6	0.61	
36	Fan Paint Store Foreship	0.3	0.5	0.15		0.6	0.18		0.6	0.18		0.8	0.24	
37	Fan Sparator Room	2.72	0.6	1.632		0.6	1.632		0.6	1.63		0.3		0.816
38	Fan Hydraulic Room Middle	0.58							0.2		0.116			
39	Fan CO2-Room	0.4	0.6	0.24		0.6	0.24		0.8	0.32		0.8	0.32	
40	Fan Cargo Room	4.62	0.8	3.696		0.8	3.696							
41	Fan Workshop	0.53	0.4	0.212		0.4	0.212		0.4	0.21				



Tugas Akhir (KS 1701)

No	Nama Peralatan		Seagoing			Leaving Port			Loading/Unloading			Port Night Consumer		
		Input	LF	Output		LF	Output		LF	Output		LF	Output	
		(KW)		CL	IL		CL	IL		CL	IL		CL	IL
42	Provision Plant	3.09	0.5	1.545		0.5	1.545		0.5	1.55		0.6	1.85	
43	Gangway Winch	4.62							0.1		0.462			
44	Freefall Boatwinch	14.48												
45	Life Saving / Store Handling	4.88							0.3		1.464			
46	Luboil Pump Gear Box	10.59	1	10.59		1	10.59							
47	Combined Boiler, Burner Pump	10.35	0.6	6.21		0.6	6.21							
48	Sewage Plant	3.83	0.5	1.915		0.4	1.532		0.49	1.88				
49	Incinerator	3.7	0.6	2.22					0.6	2.22				
50	Bow Thruster	387.1				1	387.1							
51	Container Socket	176.47	0.5	88.24		0.5	88.24		0.4	70.6		0.6	106	
52	Turning Motor	3.7				0.3	1.11							
53	Workshop Equipment	28.09	0.3		8.427	0.2	5.618		0.3		8.427			
54	Galley Equipment	33.33	0.4	13.33		0.49	16.33		0.4	13.3		0.2		6.666
55	Hydrophor Pump FW	8.64	0.5	4.32		0.49	4.234		0.3	2.59	2.592	0.4	3.46	
56	Warmwater Circulation Pump	1.38	0.5	0.69		0.5	0.69		0.5	0.69		0.5	0.69	
57	Power Socket 32A	34.48							0.2		6.896			
58	Battery Charger	5.13	0.6	3.078		0.5	2.565		0.5	2.57		0.5	2.57	
59	OCMDSS- (Battery Charger)	3.7	0.5	1.85		0.5	1.85		0.5	1.85		0.49	1.81	
60	Heeling Control System	39.56							0.4	15.8				
61	FO Supplaav Pump Main Engine	3.38	0.49	1.656		0.5	1.69							
62	FO Circulation Pump Main Engine	6.17	0.5	3.085		0.5	3.085							
63	FO Suplay Pump Aux. Engine	1.91				0.6	1.146		0.5	0.96		0.3		0.573
64	FO Circulation Pump Aux. Engine	3.38				0.5	1.69		0.5	1.69		0.3		1.014
65	Cylinder Oiltransfer Pump	2.03	0.49	0.995		0.4	0.812							
66	Valve Control HPU	2.33				0.3	0.759		0.2	0.506				
Total				331.3	11.48		710.2	13.411		361.90	5125		136	48.845

Tabel 3. Pehitungan Daya Generator berdasarkan Load Factor
Pengamatan KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

Load	Seagoing	Leaving Port	Loading/Unloading	Port Night Consumer
Intermittent Load (KW)	11.48	13.411	90.5125	48.845
Diversity Factor	0.7	0.7	0.7	0.7
Necessary power (KW)	8.035	9.3877	63.3588	34.192
Continuous power (KW)	331.3	710.1798	360.973	136.14
Total daya (KW)	339.3	719.5675	424.332	170.33
Prakiraan Daya Generator terpasang (KW)	400	850	500	250
Generator Demand factor %	84.83	84.655	84.8664	68.131



III.3. Perhitungan Daya Shaft Generator

Sesuai dengan perhitungan daya generator berdasarkan load factor pengamatan pada kapal KM.Jatiwangi PB 400, maka beban yang akan digunakan adalah sebesar beban maksimumnya yaitu sebesar 719.5675 KW. Dengan beban maksimum sebesar ini maka untuk perhitungan beban generator harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu, untuk generator demand factor harus memenuhi untuk kondisi seluruh peralatan pada waktu start yaitu sebesar 14 % sehingga generator demand sebesar 86 % harus sudah dapat terpenuhi seluruh kebutuhan listriknya.

Tabel 3 menunjukkan bahwa generator demand sudah sesuai dengan apa yang menjadi peraturan dari klas (BKI & GL) bahwa harus ada daya yang lebih sebesar 14 % untuk mengatasi beban start dari motor-motor listrik yang ada terutama pada waktu beban maksimum yaitu pada waktu berada pada leaving port.

Besarnya daya generator yang di rencanakan sebesar 850 KW akan diatasi oleh 3 buah generator, masing-masing yaitu :

- Satu buah generator khusus untuk mengatasi kebutuhan daya pada saat seagoing, sebesar 400 KW diambilkan dari shaft generator dari motor induk.
- Sisa kebutuhan daya sebesar 500 KW diatasi oleh 2 buah generator independen yang masing-masing sebesar 250 KW.

Perencanaan daya shaft generator yang diambil dari motor induk adalah :



$$Daya(P_{BPTO}) = \frac{Shaft\ Generator}{\eta_{PTO}}$$

dimana η_{PTO} adalah sebesar 88 % berdasarkan penggunaan PTO Constan Frekuensi Electrical.

Sehingga diperoleh P_{BPTO} sebesar 454.55 KW.

III.4. PERHITUNGAN BEBAN PROPULSOR

Beban propulsor adalah beban yang dihasilkan oleh propeller yang dipasang di kapal. Sedangkan data propeller tersebut adalah sebagai berikut :

- Delivered Power (PD) = 3414 kW
- Shaft Revolution (n) = 160 RPM
- Diameter (D) = 3950 mm
- Number of Blades (Z) = 4
- Thrust (T) = 344 kN
- Mean wake (w) = 0.3
- Pitch (P/D) = 0.90
- Efficiency = 0.574

Beban Propulsor dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_D = 2\pi Q_D n$$

Beban propulsor divariasikan terhadap putaran propeller, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 4. Pehitungan Daya Propulsor KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

% RPM	PD	PB	% PB
50	1707	1741.837	49.484
60	2048.4	2090.204	59.3808
70	2389.8	2438.571	69.2776
80	2731.2	2786.939	79.1744
90	3072.6	3135.306	89.0712
100	3414	3483.673	98.968

Sehingga besarnya kebutuhan daya propulsor dengan shaft generator adalah dapat dilihat pada table berikut :

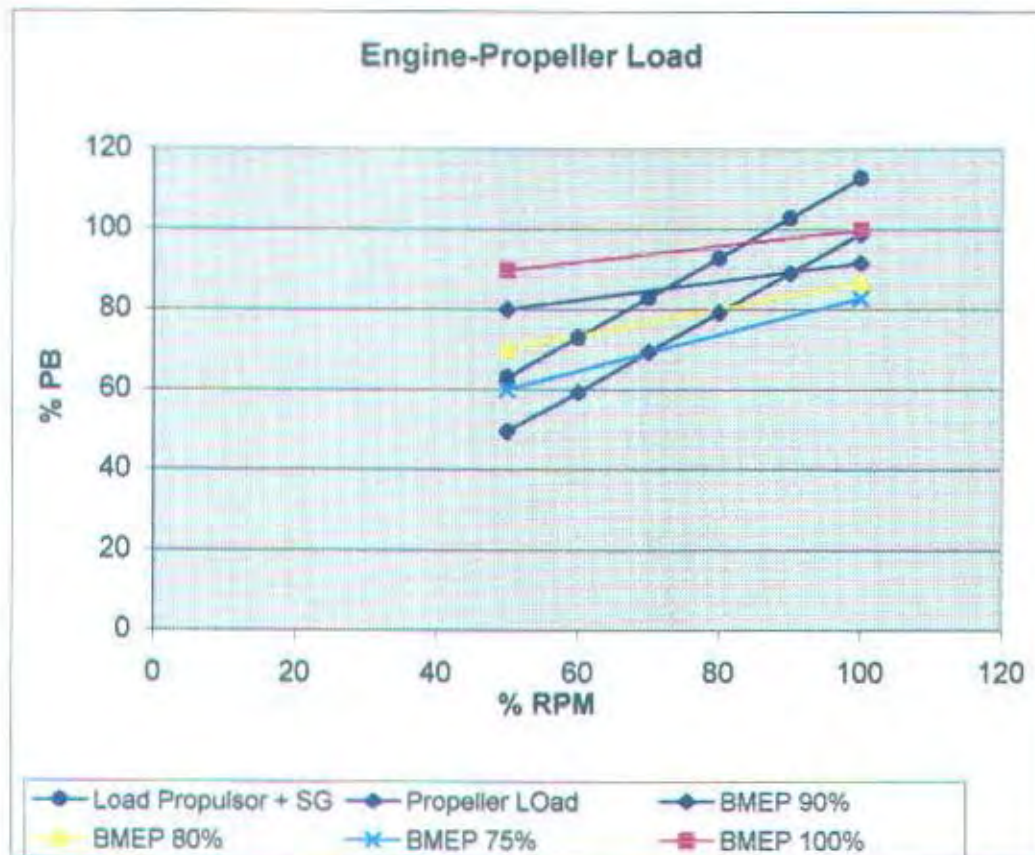
Tabel 5. Pehitungan Daya Propulsor + Shaft Generator KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

% RPM	P_{prop}	$P_{prop+SG}$	$\%P_{prop+SG}$
50	1741.837	2196.387	62.39735
60	2090.204	2544.754	72.29415
70	2438.571	2893.121	82.19095
80	2786.939	3241.489	92.08775
90	3135.306	3589.856	101.9845
100	3483.673	3938.223	111.8813

Kesesuaian karakteristik beban propulsor maupun penambahannya dengan shaft generator terhadap main engine dapat dianalisa dengan plotting kurva daya propulsor maupun penambahannya dengan shaft generator ke dalam kurva kinerja motor induk. Motor induk yang dipakai adalah motor induk sesuai yang terpasang pada kapal.



Hasil pengeplotan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Grafik 1. Propeller Power Curve + Shaft Generator KM Jatiwangi Palwo
Buwono 400

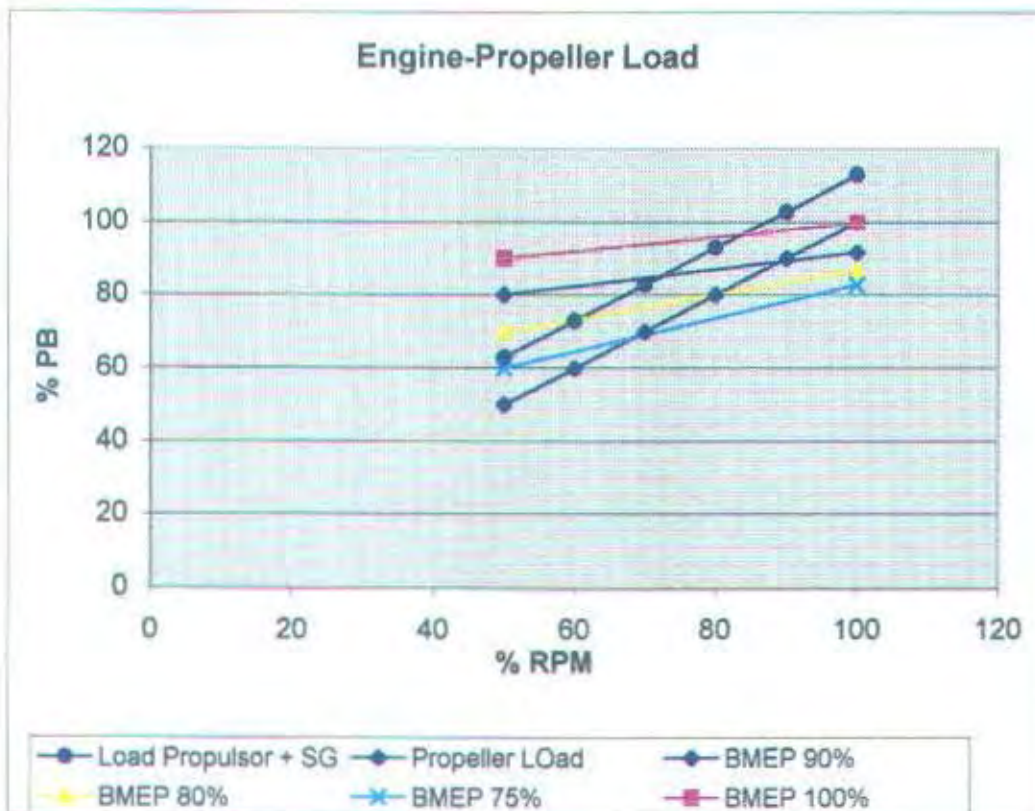


BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. DAYA SHAFT GENERATOR TERPASANG

Berdasarkan pada perencanaan daya shaft generator yang terpasang pada KM Jatiwangi Palwo Buwono 400, serta ditampilkan pada engine-propulsor load, dapat dianalisa bahwa :



Grafik 1. Propeller Power Curve + Shaft Generator Pada Motor Induk Terpasang KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

- Beban propulsor saja pada 100% kecepatan bekerja pada 98.968 % daya motor induk, dan tidak sampai mencapai 100 % BMEP, sehingga operasi motor aman.



- Pada saat penambahan beban daya shaft generator terhadap beban propulsor, terjadi peningkatan beban pada motor induk. Sehingga beban propulsor plus shaft generator akan bekerja pada 111.8813 % daya jika bekerja pada 100 % kecepatan. Kondisi tersebut akan melebihi 100% BMEP, sehingga motor tidak aman, karena bekerja diatas beban MCR motor.
- Dalam operasionalnya, shaft generator dapat dipergunakan maksimal pada 82 % kecepatan pada 100 % BMEP dan 95 % daya. Sehingga pada saat kecepatan penuh atau 100 % putaran, beban shaft generator tidak bisa diaplikasikan. Sehingga pada saat 100 % putaran pada saat seagoing kedua buah generator independen dengan kapasitas daya total sebesar 500 KW harus dipakai untuk menyuplai kebutuhan daya listrik sebesar 400 KW.

Untuk itu dalam tugas akhir ini direncanakan bahwa motor induk mampu melayani daya shaft generator plus daya propulsor pada kecepatan maksimum atau 100 %. Sehingga perlu pemilihan atau penggantian motor induk agar range ketersediaan daya bisa memenuhi beban propulsor plus shaft generator.

IV.2. DAYA SHAFT GENERATOR ALTERNATIF

Untuk mengakomodasi total kebutuhan daya propulsor plus shaft generator pada kondisi kecepatan maksimum atau 100 % yaitu sebesar 3938.223 KW dipilih motor induk dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Merk : MAN / B & W
- Type : 9 L 32/40



- MCR : 3960 KW
- Speed : 750 rpm
- Bore & Stroke : 320 x 400 mm
- Fuel Consumption : 67 kg/hr

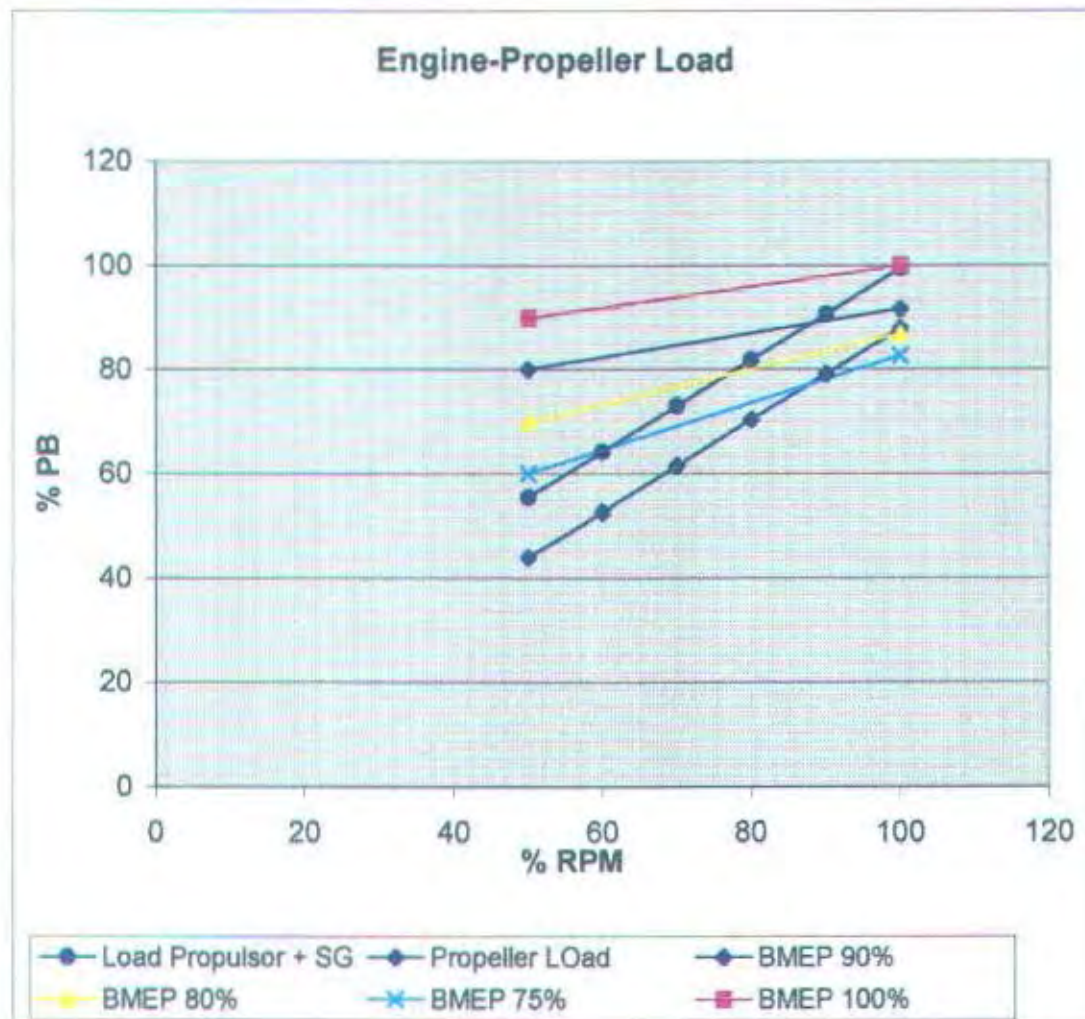
Sehingga propulsor plus shaft generator load dapat diperlihatkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Pehitungan Daya Propulsor KM Jatiwangi Palwo Buwono 400

% RPM	PD	$P_{B \text{ prop}}$	$P_{\text{prop+SG}}$	% $P_{B \text{ prop}}$	% $P_{\text{prop+SG}}$
50	1707	1741.837	2196.387	43.98578	55.46431
60	2048.4	2090.204	2544.754	52.78293	64.26147
70	2389.8	2438.571	2893.121	61.58009	73.05862
80	2731.2	2786.939	3241.489	70.37724	81.85578
90	3072.6	3135.306	3589.856	79.1744	90.65293
100	3414	3483.673	3938.223	87.97155	99.45009

Kesesuaian karakteristik beban propulsor maupun penambahannya dengan shaft generator terhadap main engine dapat dianalisa dengan plotting kurva daya propulsor maupun penambahannya dengan shaft generator ke dalam kurva kinerja motor induk alternatif.

Hasil pengeplotan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Grafik 2. Propeller Power Curve + Shaft Generator Pada Motor Induk Alternatif

Dari grafik di atas dapat dianalisa sebagai berikut :

- Beban propulsor saja pada 100% kecepatan bekerja pada 87,97155 % daya motor induk, dan tidak sampai mencapai 100 % BMEP, sehingga oprasi motor aman.
- Pada saat penambahan beban daya shaft generator terhadap beban propulsor, terjadi peningkatan beban pada motor induk. Sehingga beban



propulsor plus shaft generator akan bekerja pada 99.45009 % daya jika bekerja pada 100 % kecepatan. Kondisi tersebut tidak melebihi 100% BMEP, sehingga motor aman, karena bekerja dibawah beban MCR motor.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisa maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Besarnya kebutuhan beban-beban listrik terpasang pada kapal MV. Jatiwangi Palwo Buwono 400 untuk tiap-tiap kondisi adalah sebagai berikut :
 - Seagoing = 339,3 kW.
 - Leaving Port = 719,5675 kW
 - Loading/Unloading = 424,332 kW
 - Port Night Consumer = 170,33
2. Pada pemakaian daya maksimum shaft generator sebesar 454,550kW pada motor induk terpasang, kecepatan kapal hanya bisa terpenuhi pada kecepatan 82 % pada 100 % BMEP dan 95 % daya. Jadi Main Engine mampu beroperasi dengan kecepatan 82 % dengan semua kebutuhan daya yang dipakai.
3. Pada perencanaan alternatif, saat pemakaian daya shaft generator, kapal bisa beroperasi pada 100 % kecepatan pada 87,97155 % daya serta belum mencapai 100 % BMEP



V.2. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendetail atau penggunaan peralatan yang lebih teliti, untuk mendapatkan nilai load factor yang lebih akurat.
2. Penelitian ini hanya untuk aspek teknisnya, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk aspek ekonomisnya, supaya penelitian ini bisa digunakan untuk kapal-kapal Container, terutama untuk perhitungan ekonomisnya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Shaft Generator Power Take Off from the Main Engine, MAN B&W, 1999
2. Ken Hurts, *Rotary Power Transmission Design*, Mc Graw-Hill Book Company, 1994.
3. Sardono Sarwito, *Diktat Perancangan Instalasi Listrik*.
4. Watson G.O. Marine electrical Practise, 5th edition, London 1981.
5. C.Galin, H.Heirsig, O.Heiderich, *Ship and Their Propulsion System Development In Power Transmission*, Lohman & Stolterfoht Gmbh, 1975.
6. Klein, W. J. (1995) *Matcing Ship, Propeller and Prime Mover*, Regionel Maritime Confrence Indonesia, The Assosiation Of Indonesia Maritime Engineers (HATMI), Jakarta.
7. Arismunandar, Wiranto & Tsuda, Koichi, (1975) *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradnya Paramita.
8. Hensel W, *Energy Saving In ship Power Supplies*, Transactions Of Institute Marine Engineer 96 Paper 49, 1984.

SHIP'S PARTICULAR
MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400

NO	DESCRIPTION	
28	Tank Capacity :	
	H.F.O./D.O./L.O.	350 M3 / 50 M3 / 10 M3
	Fresh Water	70 M3
	Ballast Water	2.000 M3
29	Cruising Range	7.000 sea miles
30	Main Engine :	1 pcs.
	Mark/Type	MAN/B&W 8L 32/40
	Bore & Stroke	320 x 400 mm
	KW/RPM Max	3.520 KW at 750 RPM ✓
	Fuel Consumption	14,5 MT/Day
	Engine number	
31	Electric Power Source	
	Generator Drive	
	a. Main Engine	1 pcs
	b. Auxiliary Diesel Engine	2 (two) pcs.
	Mark/Type	MAN D-2866 LE
	Output	270 KW at 1.800 RPM
	Fuel Consumption	In port 2.36 MT/day
	Engine Number	
	c. Emergency Diesel Engine	1 pcs
	Mark/Type	
	Output	198 KW
	Generators	
	a. M.E. Shaft Generator	1 pcs
	Mark/Type	
	Output	400 KW/450V/60 Hz
	b. ADE driven Generator	2 pcs
	Mark/Type	
	Output	250 kW/450 V., 3 ph/60 Hz
	c. Emergency Generator	1 pcs
	Mark/Type	
	Output	180 KW/450 V., 3 ph/60 Hz
32	Propeller	
	Type	Controllable pitch type
33	Accommodation	20 pers.
35	I.D Number	
	• Inmarisat C	452500234
	• Inmarisat B	Voice : 352599010
		Fax : 352599011
		Data : 352599012
		Tlx : 352599013
	• High Speed Data	391012651
	• N B D P	24090
	• D S C	525003029

SHIP'S PARTICULAR
MV. JATIWANGI PALWO BUWONO 400

NO	DESCRIPTION	
1	No. Contract - Date	HK.421/1/12-96 - 22.10.1996
2	Dockyard	P.T. PAL Surabaya
3	Yard Number	M 000157
4	Keel Laid	30.06.1998
5	Launching	30.12.1999
6	Delivery	20.09.2000
7	Ship Type	Full Container
8	Class	Dual class, GL/BKI
9	Trading / Suitable for	Ocean Going
10	Call Sign	YCTK
11	Flag	INDONESIA
12	Official / Reg. Number	
13	I M O Number	9153460
14	L.O.A.	109,50 M
15	L.B.P.	103,31 M
16	Breadth Moulded	18,20 M
17	Depth Moulded	8,15 M
18	Gross Tonnage	4675
19	Nett Tonnage	2429
20	Light Displacement	2380 T
21	D.W.T.	6 000 Metri Ton
22	Draught	6,30 M.
23	Hatch Cover :	
	- Type :	Hyd. operated folding type
	- Numbers	3 pcs
	- Dimension	H 1 - 12,50 x 12,00 Mtr
		H 2 - 25,00 x 15,17 Mtr
		H 3 - 25,00 x 15,17 Mtr
24	Container Capacity	
	- 20' max : On Deck	204 Box
	In Hold	165 Box
	Total	459 Box
	- 14 T. homogeneously loaded	300 TEU
	- 40' & 20' Max :	40' 20'
	On Deck	144 Box 6 Box
	In Hold	77 Box 11 Box
	Total	221 Box 17 Box
	Reefer plug	20
25	Stack Load Capacity	
	Cargo Holds	24 t / TEU, 30 t / FEU
	On Deck/Hatchcovers	40 t / stack TEU, 65 t / stack FEU
26	Lifting Gear :	
	- Cargo Cranes	2 x 35 T. SWL
	- Provision Cranes	1 x 2 T. SWL
27	Speed :	
	- Service Speed	14,6 knots
	- Trial Speed	15,5 knots



Leistungstabelle Table of Ratings

L+V 32/40

C

110.3

GENERAL

2

Dieselmotoren allgemeiner Leistungsdefinition (nach ISO 3046/I)

P = Dauerleistung

Dauerleistung 10% überlastbar für
1 Stunde innerhalb 12 Betriebsstunden

Bezugszustand:

Lufttemperatur: 298 K (25°C)
Luftdruck: 1 bar
Kühlwassertemperatur vor
Ladeluftkühler: 298 K (25°C)

General Definition of Diesel Engine Rating (acc. to ISO 3046/I)

P = Continuous rating

Continuous rating 10% overload capacity
for 1 hour within 12 operating hours

Reference conditions:

Air temperature: 298 K (25°C)
Air pressure: 1 bar
Cooling water temp. before
charge-air cooler: 298 K (25°C)

Kein Leistungsabzug erforderlich bei:
No de-rating required in case of:

Lufttemperatur
Air temperature
und / and
Kühlwassertemp. v. Ladeluftkühler
Cooling water temp. before charge air cooler

≤ 27°C

und/and

≤ 32°C

≤ 31°C

und/and

≤ 27°C

Schiffshauptmotoren

MCR = Maximum Continuous Rating
(blockierte Leistung)

Leistungsbereiche siehe 030.00.2

Bezugszustand:

(TROPEN)
Lufttemperatur: 318 K (45°C)
Luftdruck: 1 bar
Kühlwassertemperatur vor
Ladeluftkühler: 305 K (32°C) *

Main Marine Engines

MCR = Maximum Continuous Rating
(fuel stop power)

Engine power ranges see 030.00.2

Reference conditions:

(TROPIC)
Air temperature: 318 K (45°C)
Air pressure: 1 bar
Cooling water temp. before
charge-air cooler: 305 K (32°C)

* Bei zentralem Kühlsystem bis 38°C ohne
Leistungsabzug!

* For central cooling system up to 38°C with-
out de-rating!



Leistungstabelle
Table of Ratings

L+V 32/40

C

110.34.0

GENERAL

1

		Frequenz Frequency	60 HZ	50 HZ
		Polpaare Pairs of poles	10	8
Nennzahl des Motors Rated speed of engine	1/min		720	750
Mittlere Kolbengeschwindigkeit Mean piston speed	m/s		9.6	10.0
			P*	P*
Zylinderleistung Cylinder rating	kW (PS)		440 (600)	440 (600)
Mittlerer effektiver Kolbendruck Mean effective pressure	bar		22.8	21.9
Motortyp Engine type	Zyl. Cyl.	Motorleistung* Engine rating*		
5 L 32/40	5	kW (PS)*	2200 (3000)	
6 L 32/40	6		2640 (3600)	
7 L 32/40	7		3080 (4200)	
8 L 32/40	8		3520 (4800)	
9 L 32/40	9		3960 kW (5400) HP	
12 V 32/40	12		5280 (7200)	
14 V 32/40	14		6160 (8400)	
16 V 32/40	16		7040 (9600)	
18 V 32/40	18		7920 (10800)	

Niedrigste Betriebsdrehzahl des Motors ca. 250 1/min
Lowest engine operating speed approx.

Bei elastischer Lagerung ist die niedrigste Betriebsdrehzahl abhängig von der Auslegung dieser Lagerung.

In case of resilient seating the lowest operating speed depends from the lay out of this seating.

Definition der Motorleistung siehe Rückseite.

Definition of engine rating see overleaf.



Leistungsbereich
Engine Power Range

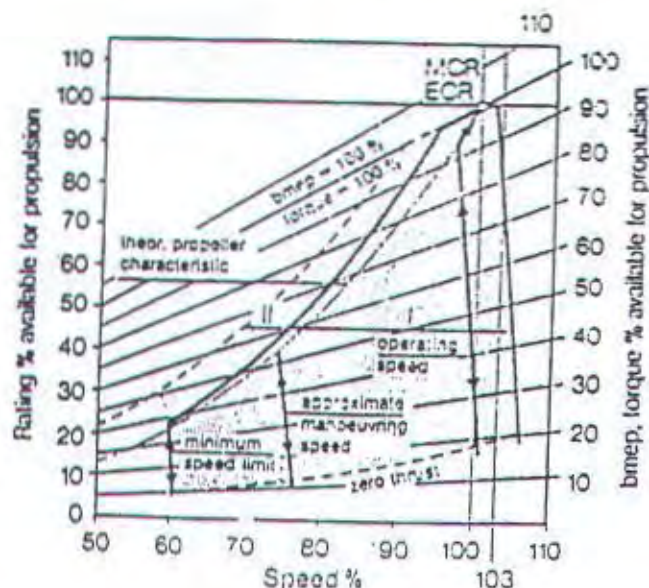
MARINE

C
030.00.2
101

Verstellpropeller

Controllable-pitch propeller

Einmotorenanlagen mit Wellengenerator Single Engine Plants with Shaft-driven Generator



von der MCR/ECR Leistung des Dieselmotors ist die Generatorleistung bereits abgezogen.

the generator rating has been already deducted from the MCR/ECR.

berprobung der Motoren erfolgt bei 110% Nennleistung und 103% Nenndrehzahl

nnleistung:

MCR = Maximale Dauerleistung (blockierte Leistung)
ECR = Economy Continuous Rating (blockierte Leistung)

= Betriebsbereich für DAUEKBETRIEB

= Betriebsbereich vorübergehend zugelassen z.B. beim Beschleunigen, Manövrieren (torque limit)

empfehlen, den Verstellpropeller so auszuliegen, daß die theoretische Propellerkurve bei 97 % Drehzahl erreicht wird.

Propellernennleistung wird durch Anheben der Drehzahl 97 % auf 100 % erreicht. 97 % Motor- bzw. Propellerdrehzahl entsprechen 100 % Netzfrequenz. Durch das Anheben der Motor- bzw. Propellerdrehzahl um 3 % wird die zulässige Netzfrequenz von 105 % nicht überschritten.

Ein Einsatz von Verstellpropellern ohne Lastregelung ist ein Motorschutz entsprechend der linken Grenzkurve des Bereichs I vorzusehen.

der Propellerauslegung ist die für normalen Seebetrieb erforderliche Generatorleistung von der maximalen Dauerleistung (MCR, ECR) des Motors abzuziehen. Die Wellengeneratordrehzahl ist entsprechend der Bordnetz-Nennfrequenz und 97 % Motor-Nenndrehzahl festzulegen.

Auslegung des Schiffspropellers hängt ab vom Schiffstyp, seinen Einsatzbedingungen. Sie ist die Ausgangsbasis für die Festlegung der im Schiff zu installierenden Antriebsleistung und deshalb grundsätzlich Sache der Werft, wieweit der Fahrweise Rückfrage bei MAN B&W Diesel.

Type testing of engines is carried out at 110% rated output and 103% rated engine speed

Rated output:

MCR = Maximum Continuous Rating (fuel stop power)
ECR = Economy Continuous Rating (fuel stop power)

I = Operating range for CONTINUOUS SERVICE

II = Operating range temporarily admissible e.g. during acceleration, manoeuvring (torque limit)

We recommend designing the c.p. propeller so that the theoretical propeller characteristic is reached at 97 % of rated engine speed.

Rated propulsive power is reached by raising speed from 97 % to 100 %. 97 % of engine or propeller speed correspond to 100 % of network frequency. If engine or propeller speed is raised by 3 %, the tolerable network frequency of 105 % is not exceeded.

When using c.p. propellers without load control, overload protection must be provided to ensure that the left limiting curve of range I is not exceeded.

Prior to determining propeller design the generator rating required for normal sea-going service must be deducted from the engine's maximum continuous rating (MCR, ECR). The generator speed must be determined in accordance with the rated frequency of the shipboard network and 97 % of rated engine speed.

The propeller design depends upon vessel type and duty. It is always the exclusive responsibility of the yard to determine, on the strength of this, the propulsive power to be installed in the ship.

In the event of deviations from the above mode of operation, contact the M.A.N. B&W Diesel.

MILIA PERPUS IAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER



Leistungsbereich
Engine Power Range

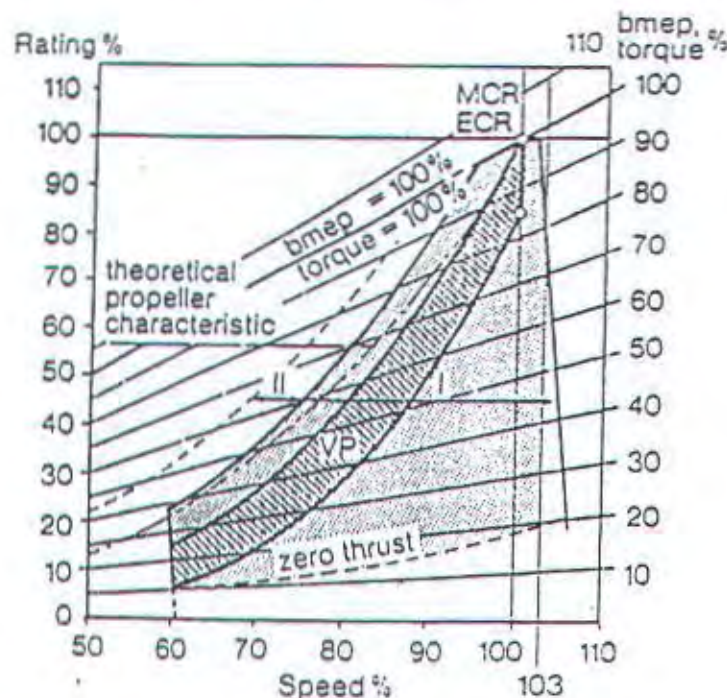
MARINE

C
030.00.2
11

Verstellpropeller

Controllable-pitch propeller

Einmotorenanlagen ohne Wellengenerator
Single Engine Plants without Shaft-driven Generator



Type testing of engines is carried out at 110% rated output and 103% rated engine speed

Type testing of engines is carried out at 110% rated output and 103% rated engine speed

Rated output:

Rated output:

MCR = Maximum Continuous Rating (blockierte Leistung)
ECR = Economy Continuous Rating (blockierte Leistung)

MCR = Maximum Continuous Rating (fuel stop power)
ECR = Economy Continuous Rating (fuel stop power)

I = Betriebsbereich für DAUERBETRIEB

I = Operating range for CONTINUOUS SERVICE

II = Betriebsbereich vorübergehend zugelassen z.B. beim Beschleunigen, Manövrieren (torque limit).

II = Operating range temporarily admissible e.g. during acceleration, manoeuvring (torque limit).

VP = Auslegungsbereich für den Verstellpropeller mit Kombinator

VP = Design range for controllable-pitch propeller with combinator

Der Auslegungsbereich für den Kombinator soll rechts der theoretischen Propellerkurve liegen und darf im oberen Drehmomentbereich mit der theoretischen Propellerkurve zusammenfallen.

The design range for the combinator should be to the right of the theoretical propeller characteristic and may, in the upper engine speed range, coincide with the theoretical propeller characteristic.

Die Lastregelkurve soll im Auslegungsbereich des Kombinator liegen.

The load control curve should be within the design range of the combinator.

Im Einsatz von Verstellpropellern ohne Lastregelung ist ein Lastschuttschutz entsprechend der linken Grenzlinie des Bereiches I vorzusehen.

When using c.p. propellers without load control, overload protection must be provided to ensure that the left limiting curve of range I is not exceeded.

Die Auslegung des Schiffspropellers hängt ab vom Schiffstyp und seinen Einsatzbedingungen. Sie ist die Ausgangsbasis für die Festlegung der im Schiff zu installierenden Antriebsleistung und deshalb grundsätzlich Sache der Werft.

The propeller design depends upon vessel type and duty. It is always the exclusive responsibility of the yard to determine, on the strength of this, the propulsive power to be installed in the ship.

Abweichender Fahrweise Rückfrage bei M.A.N.B&W Diesel.

In the event of deviations from the above mode of operation, contact the M.A.N.B&W Diesel.

Übertragungsverluste (z.B. Getriebe) sind zu berücksichtigen.

Transmission losses (e.g., gearbox) to be made allowance for.



Leistungsbereich
Engine Power Range

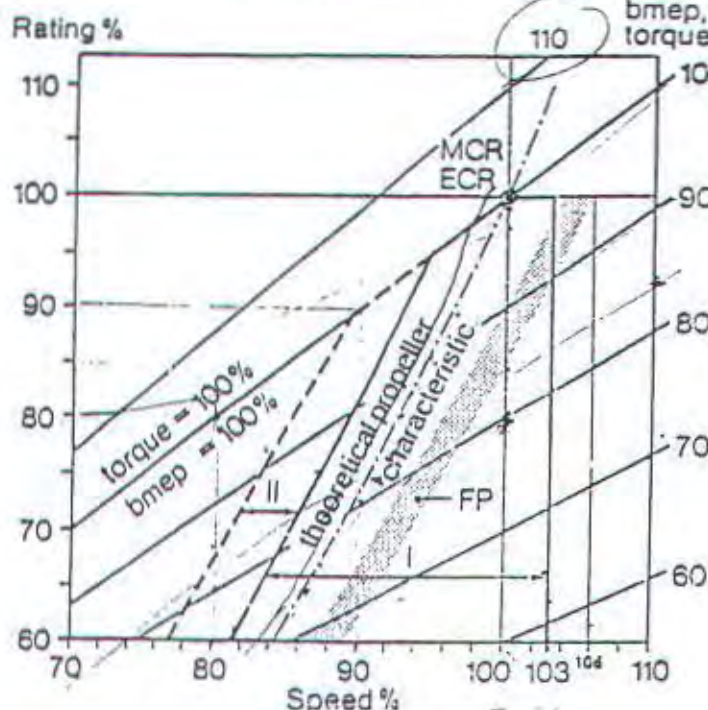
MARINE

C
030.00.2
1

Festpropeller

Fixed-pitch propeller

Einmotorenanlagen Single Engine Plants



Typenprüfung der Motoren erfolgt bei 110% Nennleistung und 103% Nennzahl

Type testing of engines is carried out at 110% rated output and 103% rated engine speed.

Nennleistung:

Rated output:

MCR = Maximale Dauerleistung (blockierte Leistung)
ECR = Economy Continuous Rating (blockierte Leistung)

MCR = Maximum Continuous Rating (fuel stop power)
ECR = Economy Continuous Rating (fuel stop power)

- I = Betriebsbereich für DAUERBETRIEB setzt voraus Propellerleichtgängigkeit von 1,5 - 3%, wobei der niedrigere Wert anzustreben ist.
- II = Betriebsbereich vorübergehend zugelassen z.B. beim Beschleunigen, Manövrieren (torque limit).

- I = Operating range for CONTINUOUS SERVICE subject to a propeller lightrunning of 1.5 - 3%, the lower value being desirable.
- II = Operating range temporarily admissible e.g. during acceleration, manoeuvring (torque limit).

Theoretische Propellerkurve

gilt für voll abgeladenes Schiff nach längerer Betriebszeit, für eventuel vorgesehenen Werkprobenlauf mit Nullschubpropeller.

Theoretical propeller characteristic

applies to fully loaded vessel after a fairly long operating time, to possible works trial run or to test run on zerothrust propeller.

EP = Auslegungsbereich für Festpropeller-Antrieb Betriebsbereich auf der Wertprobenfahrt unter Bauvertragsbedingungen (z.B. Wetter, Beladungszustand, Wassertiefe usw.) wobei der Drehzahlbereich über 103% bis 106% nur für max. 1 Stunde in Anspruch genommen werden darf.

FP = Design range of fixed-pitch propeller operating range during sea trials under building contract conditions (such as weather, loading conditions, depth of water, etc.) subject to the engine speed range above 103 - 106% being used for 1 hour maximum only.

Die Auslegung des Schiffspropellers hängt ab vom Schiffstyp und seinen Einsatzbedingungen. Sie ist die Ausgangsbasis für die Festlegung der im Schiff zu installierenden Antriebsleistung und deshalb grundsätzlich Sache der Werft. Bei Einbau von Wellengeneratoren mit Frequenzregelung ist die neben dem Propulsionsantrieb gleichzeitig benötigte Generatorleistung von der maximalen Dauerleistung (MCR, ECR) abzuziehen.

The propeller design depends upon vessel type and duty. It is always the exclusive responsibility of the yard to determine, on the strength of this, the propulsive power to be installed in the ship.

When installing shaft-driven generators with frequency conversion, the generator rating required apart from the propulsive power must be deducted from the MCR (ECR).

Übertragungsverluste (z.B. Getriebe) sind zu berücksichtigen.

Transmission losses (e.g., gearbox) to be made allowance for.

Consumer/Verbraucher	kW per Unit kW pro Einheit	Output kW	Input kW	Input kVA	LP Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Non essen- tial Consum
Hydraulic Pump Steering Gear	8	16	10,82	21,09	0,5	10,94	0,5	10,94					0,5	10,94			
Harbor winches (Fore)	20	40	45,45	52,85					0,2	10,57	0,1	5,29					
Harbor Winches (Aft)	15	30	34,48	40,10					0,2	8,0	0,1	4,01					
Rotating Compressor	4,4	8,8	10,73	12,78	0,3	3,83	0,3	3,83	0,2	2,56	0,1	1,28	0,1	1,28			
Hydraulic Pump Hatch Cover	13	26	29,77	69,50					0,3	20,85							
Hydraulic Crane	173	346	372,04	422,78					0,5	211,39							
Seawater Cooling Pumps	18	36	41,38	48,12	0,5	24,06	0,5	24,06									
Seawater Cooling Pump	4,8	4,8	5,65	6,97					0,6	4,18	0,6	4,18					
Freshwater Cooling Pump	18	36	41,38	48,12	0,5	24,06	0,5	24,06									
Freshwater Cooling Pump	13	13	14,94	17,38	0,7	12,16	0,7	12,16									
Filling Pump	0,44	0,44	0,69	0,95	0,3	0,29	0,3	0,29	0,3	0,29	0,3	0,29					
Firefighting Pump	54	54	59,34	67,43					0,2	13,49							
Firefighting Pump	54	54	59,34	67,43					0,2	13,49							
Firefighting Pump	4,6	4,6	5,61	6,68					0,2	1,34							
Firefighting Pump	13	13	14,94	17,38									1,0	17,38			
Supply Pump A/E	0,65	1,3	1,08	2,51			0,4	1,00	0,4	1,00	0,4	1,00	0,4	1,00			
Summe diese Seite/Sum this page			706,67	902,85		75,34		78,35		287,16		18,05		30,60			
Übertrag/Carry over																	
Gesamt/Total			706,67	902,85		75,34		78,35		287,16		18,05		30,60			
Ferrostaal AG / TRT PB 400 Build No: PB		E-Bilanz / Electrical Balance K&B-No.: 3 x 440 V AC System						Bearb.: Friedrich Superv Klenn Norm: GL / BKJ									

Consumer/Verbraucher	kW per Unit kW pro Einheit	Output kW	Input kW	Input kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Non esser Cons
Oil Pump Main Engine	54	54	50,34	67,43	0,5	33,72	0,5	33,72							
Oil Transfer Pump	0,65	0,65	0,64	1,26	0,5	0,63	0,5	0,63							
Oil Transfer Pump	6,6	6,6	6,25	9,36	0,4	3,74	0,4	3,74	0,4	3,74					
Oil Transfer Pump	6,6	6,6	6,25	9,36	0,4	3,74	0,4	3,74	0,4	3,74					
Oil Separator and Pump Main Engine	4,3	4,3	10,49	12,49	0,5	6,24	0,5	6,24							
Oil Separator and Pump Aux. Engine	2,8	2,8	3,46	4,16	0,2	0,83	0,2	0,83	0,3	1,25	0,1	0,47			
Separator and Pump Main Engine	14,5	14,5	16,67	19,38	0,5	9,69	0,5	9,69							
Shower Generator	5	5	6,02	7,09	0,5	3,54	0,5	3,54	0,4	2,83	0,2	1,42			
Water Separator	5	5	6,02	7,09	0,2	1,42	0,2	1,42	0,2	1,42	0,2	1,42			
Condition Compressor Acc.	56	56	61,54	69,93	0,5	34,97	0,5	34,97	0,5	34,97	0,2	13,99			69,93
Condition Fan Accomodation	7,5	7,5	8,82	10,26	0,6	6,16	0,6	6,16	0,6	6,16	0,4	4,10			10,26
Condition Engin Control Room (ECR)	4,6	4,6	5,61	6,68	0,8	5,34	0,8	5,34	0,6	4,01	0,4	2,67			6,68
Engine Room (MSB)	5,5	11	13,25	15,59	1	15,59	1	15,59	0,5	7,80	0,5	7,80			15,59
Steering Gear Room	0,32	0,32	0,52	0,74			1	0,74							
Bow Thruster Room	0,5	0,5	0,78	1,09			1	1,09							
Emergency Generator Room	0,5	0,5	0,78	1,09									0,6	0,65	
Summe diese Seite/Sum this page			210,15	242,97		125,61		127,43		65,91		31,81		0,65	102,46
Übertrag/Carry over			786,67	902,85		75,34		76,35		287,16		16,05		30,60	
Gesamt/Total			996,81	1145,82		200,95		203,78		353,07		47,85		31,25	102,46
Ferrostaal AG / TRT PB 400 Build No: PB		E-Bilanz / Electrical Balance K&B-No.: 3 x 440 V AC System					Bearb.: Friedrich Superv Klenn Norm: GL / BKJ								

Consumer/Verbraucher	kW per Unit kW pro Einheit	Output kW	Input kW	Input kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Non essen- tial Consu
Garbage Store	0,32	0,32	0,52	0,74	0,6	0,44			0,6	0,44							
Sanitary Spaces	1	1	1,35	1,69	0,8	1,35	0,8	1,35	0,8	1,35	0,8	1,35					
Galley	0,75	0,75	1,01	1,27	0,8	1,01	0,6	0,76	0,8	1,01	0,6	0,76					
Paint Store Foreship	0,10	0,10	0,30	0,42	0,6	0,25	0,6	0,25	0,6	0,25	0,8	0,34					
Separator Room	2,2	2,2	2,72	3,27	0,6	1,96	0,6	1,96	0,6	1,96	0,2	0,65					
Hydraulic Room middle	0,37	0,11	0,50	0,60					1,0	0,60							
CO 2-Room	0,25	0,25	0,40	0,50	0,6	0,35	0,6	0,35	0,8	0,46	0,8	0,46					
Cargo Room	1,8	3,6	4,62	5,56	0,8	4,45	0,8	4,45									
Workshop	0,33	0,33	0,53	0,76	0,3	0,23	0,3	0,23	0,3	0,23							
vision Plant	2,5	2,5	3,09	3,72	0,5	1,86	0,5	1,86	0,5	1,86	0,5	1,86					
igway Winch	1,8	3,6	4,62	5,56			0,2	1,11	0,1	0,56							
erfall Boatwinch	12,6	12,6	14,40	16,84									0,1	1,68			
Saving / Store Handling	4	4	4,88	5,81					0,3	1,74			0,1	0,58			
oil Pump Gear Box	9	9	10,59	12,31	1	12,31	1	12,31									
mbined Boiler,Burner and Pump	8,8	8,8	10,35	12,04	0,6	7,22	0,6	7,22									
age Plant	3,1	3,1	3,03	4,50	0,4	1,82	0,4	1,82	0,4	1,82							
Summe diese Seite/Sum this page			63,05	75,92		33,26		33,68		12,50		5,42		2,26			
Übertrag/Carry over			996,01	1145,82		200,95		203,78		353,07		47,85		31,25		102,46	
Gesamt/Total			1060,67	1221,74		234,21		237,46		395,57		53,26		33,52		102,46	
Ferrostaal AG / TRT PB 400 Build No: PB		E-Bilanz / Electrical Balance K&B-No.: 3 x 440 V AC System					Bearb.: Friedrich Superv Klenn Norm: GL / BKJ										

Consumer/Verbraucher	kW per Unit kW pro Einheit	Output kW	Input kW	Input kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Factor	kVA	Non essent Consu
Generator	3	3	3,70	4,41	0,6	2,65			0,6	2,65					
Hy Thruster	360	360	367,10	439,88			1	439,88							
Container Socket	7,5	150	176,47	205,20	0,6	123,12	0,6	123,12	0,4	82,08	0,6	123,12		205,20	
Winning Motor	3	3	3,70	4,41			0,3	1,32							
Workshop Equipment	25	25	29,09	32,29	0,2	6,46	0,2	6,46	0,3	9,69				32,29	
Play Equipment	30	30	33,33	38,31	0,4	15,33	0,4	15,33	0,4	15,33	0,1	3,83		38,31	
Phosphor Pump FW	3,5	7	8,64	10,29	0,5	5,14	0,5	5,14	0,3	3,09	0,4	4,12			
Seawater Circulation Pump	0,44	0,88	1,38	1,91	0,5	0,95	0,5	0,95	0,5	0,95	0,4	0,76			
Power Socket 32A	15	30	34,48	40,10					0,2	8,02					
Battery Charger	2	4	5,13	6,18	0,5	3,09	0,5	3,09	0,5	3,09	0,5	3,09	0,3	1,85	
DSS-Station (Battery Charger)	3	1	1,70	4,41	0,5	2,20	0,5	2,20	0,5	2,20	0,5	2,20	0,5	2,20	
Winning Control System	35,6	35,6	42,56	45,47					0,4	14,19					
Supply Pump Main Engine	1,3	2,6	3,38	4,07	0,5	2,03	0,5	2,03							
Circulation Pump Main Engine	2,5	5	6,17	7,44	0,5	3,72	0,5	3,72							
Supply Pump Aux. Engine	0,66	1,32	1,91	2,55			0,5	1,28	0,5	1,28	0,3	0,77			
Circulation Pump Aux. Engine	1,3	2,6	3,38	4,07			0,5	2,03	0,5	2,03	0,3	1,22			
Summe diese Seite/Sum this page			740,12	850,97		164,69		606,56		140,59		139,11		4,06	275,80
Übertrag/Carry over			1060,67	1221,74		234,21		237,46		365,57		53,28		33,52	102,46
Gesamt/Total			1800,79	2072,71		398,91		844,02		514,16		192,39		37,58	378,26
Ferrostaal AG / TRT PB 400 Build No: PB		E-Bilanz / Electrical Balance K&B-No.: 3 x 440 V AC System					Bearb.: Friedrich Superv Klenn Norm: GL / BKJ								

[illegible]

	Input kW	Input kVA	total cos φ		kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	Non esser Cons
max. consumption:	1800,79	2072,71	0,87		447,55	895,85	570,89	228,20	53,72	378,26
available power supply:	Output kW	Output kVA								
1 generator shaft	400	500								
1 up to 2 main generators , each	249,6	312								
1 emergency generator / harbour gen.	100	225								
1 shore connection 200A		152								
Consumer for special trading										
Bow Thruster	387,10	439,88								
Cooltainer Sockets		123,12								
Summe diese Seite/Sum this page										
Übertrag/Carry over										
Gesamt/Total										

Ferrostaal AG / TRT
 PB 400
 Build No: PB

E-Bilanz / Electrical Balance
 K&B-No.
 3 x 440 V AC System

Bearb.: Friedrich
 Superv. Klenn
 Norm: GL / BKJ

Non	
Essential	
Constituents	

Consumer/Verbraucher	kW per Unit kW pro Einheit	Output kW	Input kW	Factor	kW	Factor	kW	Factor	kW	Factor	kW	Factor	kW	kW
Control System M/E	0,84	0,84	0,84	0,4	0,34									
Chilling System	0,2	0,2	0,2	0,3	0,06									
Ball Consumer	0,1	0,1	0,1	0,3	0,03									
Summe diese Seite/Sum this page			1,14		0,43									
Übertrag/Carry over														
Gesamt/Total			1,14		0,43									
Ferrostaal AG / TRT	E-Bilanz / Electrical Balance					Bearb.: Friedrich								
PB 400	K&B-No.:					Superv. Klenn								
Build No: 157,158,159	24V DC System					Norm: GL / BKI								

Brödlin GmbH
 Elektrik u. Elektronik
 21
 Duisburg (Ruhrort)
 203/81084 ; Fax: +49/203/83120

Ferrosiaal AG / TRT
 PB 400
 Build No: PB

Date: 28.10.97

Operation status

	kVA	No. of Generators	Generator load
Seagoing (without cooltainers)	324,43		
a) with shaft generator		1	64,89%
b) with main generators		2	51,99%
c) with main generator		1	103,98%
secured by overload	255,14		18,22%
Seagoing with cooltainers	447,55		
a) with shaft generator		1	89,51%
secured by overload	378,26		13,86%
b) with main generators		2	71,72%
secured by overload	378,26		11,10%
Leaving port with bow thruster	772,73		
a) with shaft generator (bow thruster)		1	87,98%
and main generator (all other consumer)		1	106,68%
secured by overload	255,14		18,22%
b) with main generators (all other consumer)		2	53,34%
secured by overload	255,14		12,45%
Leaving port w. bow thrust. and cooltainers	895,85		
a) with shaft generator (bow thruster)		1	87,98%
and main generator (all other consumer)		2	73,07%
secured by overload	378,26		12,45%
Loading/Unloading (without cooltainers):	447,78		
a) with main generators		2	71,76%
secured by overload	93,21		56,82%
Loading/Unloading with cooltainers:	570,89		
a) with main generators (cooltainers)		2	91,49%
secured by overload	160,04		65,84%

Brödlin GmbH
Elektrik u. Elektronik
21
ulsburg (Ruhrort)
/203/81064 ; Fax: +49/203/83120

Ferrostaal AG / TRT
PB 400
Build No: PB

Date: 28.10.97

Operation status

	kVA	No. of Generators	Generator load
Port night service	228,20		
a) with main generator		1	73,14%
b) with emerg./harbour generator secured by overload	155,51	1	101,42% 32,31%
c) with shore connection secured by overload	155,51		150,13% 47,82%
Emergency operation	53,72		
a) with emergency generator		1	23,88%

edlec & Erödlin GmbH
hilfselektrik u. Elektronik
usstr. 21
19 Duisburg (Ruhrort)
.: +49/203/81084 ; Fax: +49/203/83120

Ferrostaal AG / TRT
PB 400
Build No: 157,158,159

16.01.98


Battery Capacity:

Power Consumption 24V:	426 W
Voltage:	24 V
Current:	17,75 A
Required energy provision:	10 hours

Required battery capacity:	177,50 Ah
----------------------------	-----------

Chosen battery capacity:	220 Ah
--------------------------	--------

Energy provision with chosen battery:	12,39 hours
---------------------------------------	-------------


	PROSEDUR PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU		PROYEK PROJECT	
	TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING		PALWO BUWONO 400 TEUS	
KAPAL : IP No. :	M157	No. ARSIP FILE No.	Hai Page	2 Dari From
				33

PERINCIAN PENGUJIAN / PEMERIKSAAN

Designation of Test

AFTAR ISI / Contents

OBYEK PENGUJIAN – SISTEM PENGGERAK UTAMA <i>Object of test Main propulsion system</i>	4 / 33 -----
DOKUMEN UNTUK PENGUJIAN <i>Dokument of test</i>	4 / 33 -----
PERALATAN UNTUK PENGUJIAN / PEMERIKSAAN & PENGUKURAN <i>Means for Test & measurement</i>	4 / 33 -----
PERSIAPAN SEBELUM PENGUJIAN <i>Preparation before test</i>	4 / 33 -----
LINGKUP & URUTAN PENGUJIAN <i>Extent & sequence of test</i>	4 / 33 -----
KETERANGAN MENGENAI TENAGA PENGGERAK UTAMA <i>Main propulsion particulars</i>	6 / 33 -----
PERINCIAN PENGUJIAN <i>Details of test</i>	7 / 33 -----
PENGUKURAN MESIN UTAMA SELAMA PERCOBAAN KECEPATAN PROGRESIF <i>Measurement of M/E. during progressive speed trial</i>	8 / 33 -----
PENGUJIAN MESIN UTAMA PADA PUTARAN MINIMUM <i>M/E. minimum revolution test</i>	13 / 33 -----
PENGUKURAN MESIN UTAMA SELAMA PERCOBAAN KETAHANAN <i>Measurement of M/E. during endurance trial</i>	18 / 33 -----
PENGUKURAN KONSUMSI BAHAN BAKAR <i>Fuel oil consumption measurement</i>	23 / 33 -----
PENGUJIAN START MESIN UTAMA <i>Main engine starting test</i>	24 / 33 -----

 INDONESIA	PROSEDUR PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU		PROYEK PROJECT
	TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING		PALWO BUWONO 400 TEUS
KAPAL : No. :	M157 No. ARSIP FILE No.	Hal : Page :	3 Dari -Front

OBYEK PENGUJIAN DIESEL GENERATOR UTAMA 25 / 33
Object of test Main Diesel Generator -----

PERINCIAN PENGUJIAN DIESEL GENERATOR UTAMA 26 / 33
Detail of main engine diesel generator test -----

KETERANGAN MENGENAI MESIN GENERATOR 27 / 33
Generator engine particulars -----

PENGUKURAN 28 / 33
Measurement -----

PENGUKURAN POMPA SELAMA 90% MCR. DARI MESIN UTAMA 29 / 33
Pump measuring during 90% MCR. of main engine -----



INDONESIA

PROSEDUR PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL : M157
P No. :

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal : 4
Page :

Dari :
From : 33

OBYEK PENGUJIAN*Object of test*

Main propulsion system function test

DOKUMEN UNTUK PENGUJIAN*Document of test*

Test Result of Shop Trial

PERALATAN UNTUK PENGUJIAN / PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN*Means for Test & Measurement*

On Board Instrument

Thermometer

Manometer

Stopwatch

Tachometer

Torsiograph

PERSIAPAN SEBELUM PENGUJIAN*Preparation before Test*

KAPAL BERADA PADA KONDISI BALLAST SESUAI KONTRAK

*Ship in ballast condition according to the contract*LINGKUP DAN URUTAN PENGUJIAN*Extent & sequence of Test*



**PROSEDUR PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING**

PROYEK :
PROJECT :
PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL :
No. : **M157**

No, ARSIP :
FILE No :

Hal :
Page : **5**

Dari :
From : **33**

MENCATAT DATA OPERASI DARI MESIN UTAMA PADA PERCOBAAN KECEPATAN PROGRESIF. PERCOBAAN INI DILAKSANAKAN 2 (DUA) KALI YAITU PADA OUTPUT MESIN UTAMA 50% MCR. (750 RPM), 75% MCR. (750 RPM), 90% MCR. (750 RPM) DAN 100% MCR. (750 RPM).

Recording the operation data of main engine at progressive speed trial. Sea trial to be carried out in 2 (two) times, namely at the main engine output 50% MCR. (750 RPM), 75% MCR. (750 RPM), 90% MCR. (750 RPM) and 100% MCR. (750 RPM).

MENCATAT DATA OPERASI DARI MESIN UTAMA PADA PERCOBAAN KECEPATAN. SELAMA 4 (EMPAT) JAM PADA 90% MCR. (750 RPM). SELAMA PERCOBAAN KETAHANAN, PEMAKAIAN BAHAN BAKAR UNTUK MESIN UTAMA HARUS DIUKUR UNTUK REFERENSI.


Recording the operation data of main engine at endurance trial, for about 4 (four) hour duration at 90% MCR. (750 RPM). During endurance trial, the fuel oil consumption for main engine shall be measured for reference.

MELAKSANAKAN PERCOBAAN PUTARAN MESIN MINIMUM DENGAN MENGURANGI PUTARAN SECARA BERANGSUR – ANGSUR SAMPAI MESIN DAPAT BERJALAN STABIL.

To carry out minimum revolution test by decreasing the revolution gradually until engine can be run stable

SETELAH PERCOBAAN BERLAYAR TELAH SELESAI, BAGIAN – BAGIAN UTAMA DARI MESIN UTAMA HARUS DIBUKA UNTUK PEMERIKSAAN DAN KEMUDIAN DITUTUP KEMBALI SECARA LENGKAP SIAP UNTUK OPERASI.

After the sea trial were finished, the main part of the main engine shall be opened for inspection and then completely close ready to operate.

 INDONESIA	PROSEDUR PENGUJIAN		PROYEK	
	UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU		PROJECT	
	TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING		PALWO BUWONO 400 TEUS	
KAPAL No.	M157	No. ARSIP FILE No.	Hal Page	Dari From
			6	33

KETERANGAN MENGENAI TENAGA PENGGERAK UTAMA

Main Propulsion Particulars

MAIN ENGINE

Maker	:	MAN - B&W
Model	:	8L 32/40
Type	:	Marine diesel engine, vertical, four stroke, water cooled, Trunk piston, direct injection, turbocharged
Continuous rating output	:	3168 KW / 750 RPM
Max. rating output	:	3520 KW / 750 RPM
No. of cyl x Bore x Stroke	:	8 x 320 x 400
Direction of rotation	:	Clockwise (When looking at flywheel end)
Firing order	:	1 - 4 - 7 - 6 - 8 - 5 - 2 - 3
Engine Serial Number	:	1 063 092

SHAFTING

Propeller shaft, Dia. x length	:	330 x 11650
--------------------------------	---	-------------

BEARING

Stern Tube Bearing Type	:	Cast iron bushing lined with white metal
Stern Tube Sealing Type	:	Simplex type sealing

PROPELLER

Type	:	4 Blades soil
Material	:	Cu Ni AL
No. of Blades	:	4
Diameter	:	3950 mm
Direction of rotation	:	Anti - Clockwise
Propeller Speed	:	160 RPM

GEAR BOX

Reduction	:	4.762 : 1
Input Capacity	:	3520 KW
Input Speed	:	750 RPM
Output Speed	:	157 RPM

INSTITUT TEKNIK
 SEPULUH - NOPEM



PROSEDUR PENGUJIAN

UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU

TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEUS

PAL :
No. : M157

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal :
Page : 7

Dari :
- Front : 3.3

PERINCIAN PENGUJIAN

Details of Test

Main Propulsion System – Function Test



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK
PROJECT

PALWO BUWONO 400 TEI

KAPAL : M157
P No. :

No. ARSIP
FILE No.

Hal
Page

8

Dari
From

33

7.1 PENGUKURAN MESIN UTAMA SELAMA PERCOBAAN KECEPATAN PROGRESIP
Measuring of Main Engine During Progressive Speed Trial

Test Date	07 - 09 - 2000										
Time Measured	13.54 ÷ 16.33										
Main Engine	Main Engine										
Load	%	25 %	50 %	75 %	90 %	100 %	110 %				
Ship Speed	Knot	-	12.18	11.95	14.63	14.98	15.73	19.48	15.97	16.08	-
Propeller Position		-	4	4	6	6	7	7	10	10	-
Time of recording	Min.	-									-
Engine speed	Rpm	-	750	750	750	750	750	750	750	750	-
Engine load	KW	-	1760	1760	2640	2640	3168	3168	3520	3520	-
Turbocharger speed	X1000	-	15.9	15.9	19	19	21	21	22.5	22.5	-
Governor position	FUEL	-	47	47	59	59	65	65	70	70	-
Ambient temperature	°C	-	35	35	37	37	37	38	38	38	-
Atmospheric press	in Bar	-	755	754	754	754	754	754	754	754	-
Humidity	%	-	39	39	40	42	42	42	42	43	-
Atmosphere temp.	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Engine room Temp.	°C	-	35	35	37	37	37	38	38	38	-
Cooling water Temp.	°C	-	30	30	30	30	30	30	30	30	-
Fuel oil consumption	Measuring	Kg									
	Time	Min/Sec									
	Consumption	Kg/Hr									
	Consumption	g/KW Hr									

Remarks :

Engine Load = Estimated By engine data 77%

OWNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHMUDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

[Signature]
X

[Signature]
Kuwat P

[Signature]
TATAG H.S.



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEN
PROJECT

PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL
No.

M157

No. ARSIP
FILE No.Hal
Page

9

Dari
From

33

			50 %		75 %		90 %		100 %	
Cooling water pressure	H/T Water	Bar	3.2	3.6	3.7	3.6	3.7	3.8	3.6	3.8
	L/T Water	Bar	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7
	Nozzle cooling	Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
Exhaust air pressure		Bar	1	1	1.5	1.5	2	2	2.3	2.3
Oil pressure engine inlet		Bar	6	6	5.8	5.8	5.7	5.7	5.6	5.6
Pressure	Pump outlet	Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Engine inlet	Bar	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	Turbocharger	Bar	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Back position of on pump	1	mm	25	25	25	32	35	35	38	39
	2	mm	24	24	24	31	34	33	37	37
	3	mm	24	25	25	31	34	34	37	37
	4	mm	24	25	25	31	35	34	37	38
	5	mm	24	25	26	31	35	35	38	38
	6	mm	24	24	25	30	35	35	37	38
	7	mm	24	25	25	30	35	33	36	37
	8	mm	24	24	25	30	34	34	37	37
	Mean	mm	24.1	24.6	25	30.8	34.6	34.1	37.1	37.6
on pressure of cylinder	1	Bar			159		166		175	
	2	Bar			159		166		175	
	3	Bar			155		163		173	
	4	Bar			159		166		175	
	5	Bar			153		160		171	
	6	Bar			155		163		173	
	7	Bar			155		163		173	
	8	Bar		158	159		166		175	
	Mean	Bar			156.7		164.7		173.7	

Catatan :

1) Explosion pressure of each cylinder from T/A MAN-B2W 995.

SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA FT. PAL SURVEYOR

TATAG H. S.



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK
PROJECT

PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL
No.

M157

No. ARSIP
FILE No.Hal
Page

10

Dari
From

33

			50 %	75 %	90 %	100 %					
ing er perature		%									
	Air cool inlet	°C	-	-	-	-					
	Air cool outlet	°C	-	-	-	-					
	L.O cool Inlet	°C	-	-	-	-					
	L.O cool. outlet	°C	-	-	-	-					
	F.W cool (LT) in	°C	35.6	35.9	35.8	35.6	35.7	35.9	36.2	36	
	F.W cool (LT) out	°C	36.6	37.3	36.5	36.4	41.6	41.1	37.7	41.8	798
	Air cool (HT) inlet	°C	78.5	77.4	74.9	74.2	70.6	70.2	67.6	66.5	
	Cylinder outlet	1	°C								
		2	°C								
		3	°C								
		4	°C								
		5	°C								
		6	°C								
		7	°C								
		8	°C								
	Turbo charger	Mean	°C	86.5	87.7	87.7	87.7	87.7	87.8	87.9	88.3
		In	°C	-	-	-	-	-	-	-	-
	Out	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cylinder outlet	1	°C	375.8	380.6	383	381.9	390.8	391.2	404	398.9
2		°C	382.6	388.3	391.6	390.2	403	404.8	416.6	413.9	
3		°C	386.7	393.7	391.2	390.6	403.4	401.5	414.3	412.2	
4		°C	395.5	398.9	405	403.2	418.5	415.3	428.3	419.6	
5		°C	373.1	378.9	378.6	375	385	383	401	394	
6		°C	397	401	402	397	407	408	420	420	
7		°C	389	393	412	414	427	426	446	442	
8		°C	356	357	375	371	387	383	396	391	
Mean		°C	382	386	392	390	403	402	416	413	
T/C inlet	#1	°C	463	465	481	481	495	495	513	508	
	#2	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	
Turbocharger out		°C	338	341	333	328	327.4	328	329	322	

SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

TATAG H.S.



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK
PROJECT

PALWO BUWONO 400 TEUS

PAL :
No. : M157

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal
Page

11

Dari
From : 33

			50%		75%		90%		100%	
air	Cooler inlet	°C	-	-	-	-	-	-	-	-
temperature	Cooler outlet	°C	52.8	53.2	53.3	53.5	53.4	53.3	53.4	54.6
oil temp. / Engine inlet		°C	98.3	97.3	95.5	94.7	93.7	93.4	92.6	91.2
oler	Inlet air press.	Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Outlet air press.	Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
press. After T/C, outlet		mmAq	-	-	-	-	-	-	-	-
oil air pressure		Bar	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.9	7.8
oil temperature		°C	65.8	64.9	65.5	66.1	66.4	67.	66.6	68.1

Main Engine

d (%)	25 %	50 %	75 %	90 %	100 %	110 %
-------	------	------	------	------	-------	-------

ERATURE (°C)

Control/Position : Local/Control Room

BOX

L.O. Cooler		48	46	48	48	48	48	50	50
ut L.O. Cooler		48	48	48	50	50	50	50	50
h F.W. Cooler	79.5	36	36	38	38	38	38	38	38
ut F.W. Cooler		44	44	44	46	46	46	48	48


MER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

CAPT. PAL SURVEYOR

TATAG H.S.

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS	
	KAPAL : No. : M157	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page : 12	Dari : From : 33

Main Engine						
Load (%)	25 %	50 %	75 %	90 %	100 %	110 %

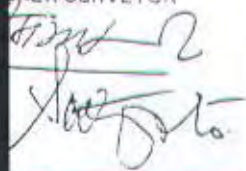
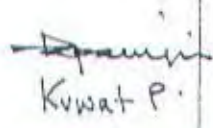
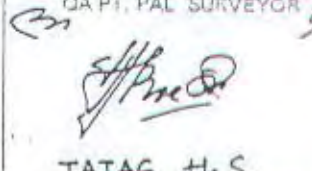
TEMPERATURE (°C) Control/Position Local/Control Room

Lubrication Oil Cooler										
Lubricating Oil Inlet	-	78	76	77	78	78	80	80	80	-
Lubricating Oil Outlet	-	64	62	62	63	64	64	64	64	-
Water Inlet	-	38	38	40	40	40	40	40	40	-
Water Outlet	-	52	52	52	52	52	52	54	54	-
Fresh Water Cooler [LT. FCW. COOL ER]										
Water Inlet	-	52	52	55	54	58	58	58	58	-
Water Outlet	-	35	35	35	36	37	37	37	37	-
Water Inlet	-	30	30	30	30	30	30	30	30	-
Water Outlet	-	40	40	42	42	44	44	44	44	-

Main Engine						
Load (%)	25 %	50 %	75 %	90 %	100 %	110 %

TEMPERATURE (°C) Control/Position Local/Control Room

Stern Tube Bearing [Stern Tube Bearing]	-	50.3	51.1	51.8	52.5	53	53.6	54.2	54.6	75
---	---	------	------	------	------	----	------	------	------	----

SUPERVISOR SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR  Kuwat P.	SYAHBANGKAI SURVEYOR  TATAG H. S.
---	---	--



**PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING**

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEUS

PAL : M157	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page :	13	Dari : -From :	33
------------	---------------------------	-----------------	----	-------------------	----

7.2 PENGUJIAN MESIN UTAMA PADA PUTARAN MINIMUM
Main Engine Minimum Revolution Test

Date	
Measured	
Engine	Main Engine
	%

Speed	Knot	
Position		
	%	
of recording	Min.	
speed	Rpm	
load	KW	
charger speed	X1000	
or position	FUEL	
nt temperature	°C	
pheric press.	m Bar	
ty	%	
phere temp.	°C	
room Temp.	°C	
ter Temp.	°C	
ption	Measuring	Kg
	Time	Min/Sec
	Consumption	Kg/Hr
	Consumption	g/KW.Hr

NER SURVEYOR	CLASS SURVEYOR	SYAHBANDAR SURVEYOR	QA PT. PAL SURVEYOR
/	/	/	/



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL :
No. : M157

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal :
Page : 14

Dari :
From : 33

ing water sure	H/T Water	Bar	
	L/T Water	Bar	
	Nozzle cooling	Bar	
st air pressure		Bar	
oil pressure engine inlet		Bar	
Pressure	Pump outlet	Bar	
	Engine inlet	Bar	
	Turboccharger	Bar	
rack position of tion pump	1	mm	
	2	mm	
	3	mm	
	4	mm	
	5	mm	
	6	mm	
	7	mm	
	8	mm	
	Mean	mm	
esion pressure of cylinder	1	Bar	
	2	Bar	
	3	Bar	
	4	Bar	
	5	Bar	
	6	Bar	
	7	Bar	
	8	Bar	
	Mean	Bar	



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

OWNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR



PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :
PALWO BUWONO 400 TEUS

AL :
MI57

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal :
Page :

15

Dari :
From : 33

		%	
ature	Air cool. inlet	°C	
	Air cool. outlet	°C	
	L.O cool. Inlet	°C	
	L.O cool. outlet	°C	
	F.W cool. (LT) in	°C	
	F.W cool. (LT) out	°C	
	Air cool. (HT) inlet	°C	
	Cylinder outlet	1	°C
		2	°C
		3	°C
		4	°C
		5	°C
		6	°C
		7	°C
		8	°C
		Mean	°C
	Turbo-charger	In	°C
		Out	°C
gas ure	Cylinder outlet	1	°C
		2	°C
		3	°C
		4	°C
		5	°C
		6	°C
		7	°C
		8	°C
		Mean	°C
	T/C. inlet	#1	°C
		#2	°C
	Turbocharger out		°C

R SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL :
No. :

M1157

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal :
Page :

16

Dari :
From :

33

Water temperature	Cooler inlet	°C
	Cooler outlet	°C
Oil temp. / Engine inlet		°C
Cooler	Inlet air press.	Bar
	Outlet air press.	Bar
press. After T/C. outlet		mmHg
Oil air pressure		Bar
Oil temperature		°C

Main Engine

Load (%)

TEMPERATURE (°C)

Control/Position : Local/Control Room

LUB BOX

L.O. Cooler

Inlet L.O. Cooler

Inlet F.W. Cooler


Outlet F.W. Cooler

DESIGNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK : PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEUS	
	No. ARSIP : FILE No :	Hal : Page :	17	Dari : From :

Main Engine	
d (%)	

ERATURE (°C) Control/Position : Local/Control Room


lubrication Oil Cooler	
ting Oil Inlet	
ting Oil Outlet	
Water Inlet	
Water Outlet	
resh Water Cooler	
Water Inlet	
Water Outlet	
ter Inlet	
ter Outlet	

Main Engine	
d (%)	

ERATURE (°C) Control/Position : Local/Control Room

g Bearing	
-----------	--

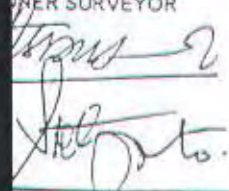
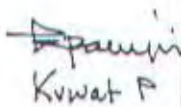
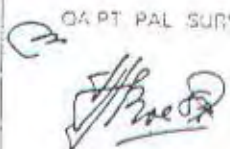
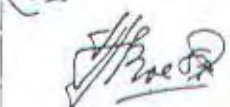
R SURVEYOR	CLASS SURVEYOR	SYAHBANDAR SURVEYOR	QA PT, PAL SURVEYOR
	/	/	/

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK : PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEUS	
	KAPAL : No. : M157	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page : 18	Dari : From : 33

7.3 PENGUKURAN MESIN UTAMA SELAMA PERCOBAAN KETAHANAN
Measurement of Main Engine During Endurance Trial

Date	08-09-2000			
Measured (hours)	1	2	3	4
Engine	Main Engine			
%	100	100	90	90

Speed	Knot						
Idle Position		10	10	10	10	7	7
of recording	Min						
ne speed	Rpm	750	750	750	750	750	750
ne load	KW						
ocharger speed	X1000	22.5	22.5	22.5	22.5	21.2	21
rnor position	FUEL	71	72	72	71	65	65
ent temperature	C	36	36	35	36	35	35
spheric press.	m m Bar	754	754	754	754	754	754
idity	%	46	45	45	46	46	46
sphere temp.	C	-	-	-	-	-	-
ie room Temp.	C	36	36	35	36	35	35
water Temp.	C	28	28.1	28	28.1	28	28
oil consumption	Measuring	Kg	-	-	-	-	-
	Time	Min/Sec	-	-	-	-	-
	Consumption	Kg/Hr	-	-	-	-	-
	Consumption	g/KW Hr	-	-	-	-	-

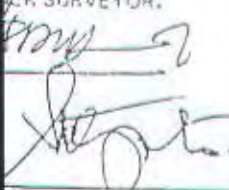
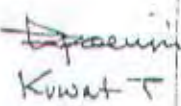
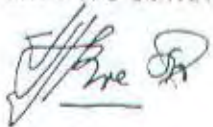
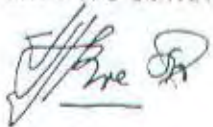
SUPERVISOR 	CLASS SURVEYOR  Kuwat P	SYAHBANDAS SURVEYOR 	QA PT PAL SURVEYOR  TATAG H.S.
--	--	--	---

KAPAL No.	M157	No. ARSIP	FILE No.	Hal	19	Dari	33
				Page		From	

			100 %		100 %		90 %	90 %
Water pressure	H/T Water	Bar	3.7	3.7	3.7	3.7	3.2	3.2
	L/T Water	Bar	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7
	Nozzle cooling	Bar	-	-	-	-	-	-
Air pressure		Bar	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2
Oil pressure engine inlet		Bar	5.6	5.6	5.5	5.5	5.6	5.6
Pressure	Pump outlet	Bar	-	-	-	-	-	-
	Engine inlet	Bar	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	Turbocharger	Bar	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Back position of on pump	1	mm	38	39	39	39	35	35
	2	mm	37	38	38	38	34	33.5
	3	mm	37.5	38	38	38	34.5	34
	4	mm	38	38	38	38	34.5	34
	5	mm	38	39	38.5	38.5	35	34.5
	6	mm	38	39	38	38	34.5	34
	7	mm	36	37	37	37	33.5	33
	8	mm	37	37.5	37	37	33.5	33.5
	Mean	mm	37	38.2	38	38	34	33.9
	1	Bar	-	-	-	-	-	-
ion pressure of cylinder	2	Bar	-	-	-	-	-	-
	3	Bar	-	-	-	-	-	-
	4	Bar	-	-	-	-	-	-
	5	Bar	-	-	-	-	-	-
	6	Bar	-	-	-	-	-	-
	7	Bar	-	-	-	-	-	-
	8	Bar	-	-	-	-	-	-
	Mean	Bar	-	-	-	-	-	-

Remark :

- Explosion pressure of each cylinder not be taken by T/A MAN-B&W. 7/92.

SUPERVISOR 	CLASS SURVEYOR  Kwat-T	STANDARDS SURVEYOR  TATAG H.S.	QA PT PAL SURVEYOR 
---	---	---	---



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT

PALWO BUWONO 400 TE

KAPAL : M157
P No. :

No. ARSIP :
FILE No. :

Hal :
Page :

20 Dari : 33
From :

			100 %		100 %		90 %	90 %
Cooling water temperature								
Air cool. inlet			°C					
Air cool. outlet			°C					
L O cool. Inlet			°C					
L O cool. outlet			°C					
F.W cool. (LT) in			°C	35.9	35.8	35.9	35.9	35.7 75.5 35.8
F.W cool. (LT) out			°C	46.7	40.8	41.6	41.9	41.3 41.3
Air cool. (HT) inlet			°C	68.3	67.9	68	67.9	72.7 72.7
Cylinder outlet	1	°C						
	2	°C						
	3	°C						
	4	°C						
	5	°C						
	6	°C						
	7	°C						
	8	°C						
	Mean	°C	89	89	89.8	89.3	88.8	88.9
	Turbo-charger							
Exhaust gas temperature	In	°C						
	Out	°C						
	1	°C	393.5	392	396	392	382	384
	2	°C	415	413	418	413	399	406
	3	°C	410	406	414	410	400	402.7
	4	°C	424	420	411	423	408	411
	5	°C	390	388	391	393	380	383
	6	°C	418	414	421	417	405	410
	7	°C	441	431	440	434	419	422
	8	°C	319	385	389	391	377	379
	Mean	°C	401.3	406	410	409	396.3	399.7
T/C inlet	#1	°C	503	499.5	505.5	500	485	486
	#2	°C	-	-	-	-	-	-
Turbocharger out			°C	319	317	317	317	320 319


OWNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

TATAG H.S.

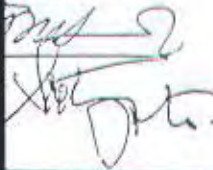
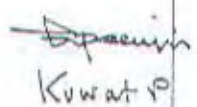
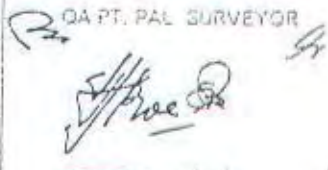
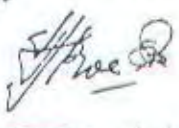
 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS	
	No. ARSIP : FILE No. :		Hal : Page :	Dari : From :
AL : M157		21		33


			100%		100%		90%	90%
Air temperature	Cooler inlet	°C	-	-	-	-	-	-
	Cooler outlet	°C	50.7	50.7	50.9	50.7	50.8	51
temp. / Engine inlet		°C	92.8	92	91.6	91.5	92	92
ler	Inlet air press.	Bar	-	-	-	-	-	-
	Outlet air press.	Bar	-	-	-	-	-	-
ess. After T/C outlet		mmHg	-	-	-	-	-	-
air pressure		Bar	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7
temperature		°C	68	68	68	67.9	66.5	66.6

Main Engine								
d (%)			100	100	90	90		

RATURE (%) Control/Position : Local/Control Room

OX						
L.O. Cooler	48	48	48	48	48	48
L.O. Cooler	49	49	49	49.5	49	49
F.W. Cooler	38	38	38	38	38	38
F.W. Cooler	46	46	46	46	46	46

R SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR  Kuwat P	SYMBANDAR SURVEYOR 	QA PT. PAL SURVEYOR  TATAG H.S.
---	--	---	--

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS	
	KAPAL No. M157	No. ARSIP FILE No.	Hal Page 22	Dari From 33

Main Engine				
Load (%)	100	100	90	90

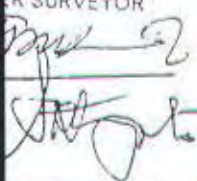
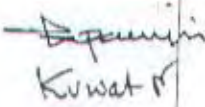
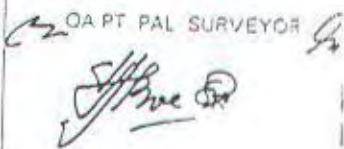
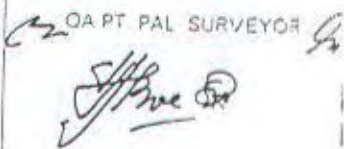
TEMPERATURE (°C) Control/Position Local/Control Room


Lubrication Oil Cooler						
Lubricating Oil Inlet	80	80	80	80	79	79
Lubricating Oil Outlet	65	65	66	66	66	66
Water Inlet	40	40	40	40	40	40
Water Outlet	54	54	54	54	54	54
Fresh Water Cooler [LT FCW. COOLER]						
Water Inlet	62	62	63	63	58	58
Water Outlet	34	34	34	34	35	34
Water Inlet	29	29	28	28	29	29
Water Outlet	44	44	45	45	42	42

Main Engine				
Load (%)	100	100	90	90

TEMPERATURE (°C) Control/Position Local/Control Room

Bearing [Stern Tube Bearing]	56.9	57.7	58.7	59.2	60.3	60
------------------------------	------	------	------	------	------	----

SUPERVISOR SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR 	SYAHBANDAR SURVEYOR 	COASTAL SURVEYOR 
TATAG H.S			

 INDONESIA	PECATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU	Proyek : Project : PALWO BUWONO 400 TEU'S
	<i>TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING</i>	
Kapal : M.000157 p No.	No. Gambar : Drawing No.	Hal. : 23 dari 33 Page of

7.4. PENGUKURAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
Fuel Oil Consumption Measurement

Test date	8-9-2000 (100%)	
Time Measured	Hr-Min	
Engine Output	kW	3520 kW
Ambient Temperature	°C	36°C
Kind of Fuel Used		
S.G of HFO at 30°C		0.9356
Fuel Oil Measuring	L	3041 lt
Time Measuring	Sec	4 Hours
Fuel Oil Consumption	Kg / hr	667.19
Fuel Oil Consumption rate	g / kW - hr	189.54

Remarks :

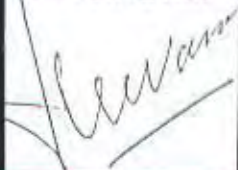
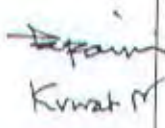
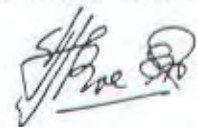
The specific Fuel Oil Consumption of M/E at MCR is :

185 g/kWh (tolerance + 3%) without attached Pumps : 190.55 g / kW - hr

S.G. of HFO at 92°C = $0.9356 - [92-30] \times 0.9356 \times 0.001$

= 0.8776

FO inlet temperature (°C) = 92 °C

PRINCIPAL SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR  Kwat M	SYAHBANDAR SURVEYOR 	QA PT. PAL SURVEYOR  TATAG HERU S.
---	---	-------------------------	---



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :
PALWO BUWONO 400 TEUS

KAPAL No.	M157	No. ARSIP FILE No	Hal Page	24	Dari From	33
-----------	------	----------------------	-------------	----	--------------	----

7.5 PENGUJIAN START MESIN UTAMA
Main Engine Starting Test

MAIN ENGINE STARTING TEST

STARTING AIR PRESSURE

STARTING

STARTING

Bar

20.5 Bar (Initial Pressure)

24.5

13

25

21.5

ECR

14

26

19

15

27

17

16

28

14

ENGINE

17

29

11

SIDE

18

30

8.5

19

31

6.5 NOT START

20

32

21

33

22

34

23

35

24

36

CAPACITY OF AIR RECEIVER

m3

ENGINE LUBRICATION OIL TEMPERATURE

°C

52°C

ENGINE FRESH WATER TEMPERATURE [HT]

°C

82°C

ENGINE ROOM TEMPERATURE

°C

35°C

OWNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR


SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

[Signature]

[Signature]
Kusnat H

[Signature]

 PT PAL INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS
	No. ARSIP FILE No. M157	Hal Page 25	Dan From 33

8. OBYEK PENGUJIAN DIESEL GENERATOR UTAMA

Object of test main diesel generator


- 8.1 DOKUMEN UNTUK PENGUJIAN : CATATAN HASIL PENGUJIAN SHOP TEST
UNTUK DIESEL GENERATOR UTAMA
Document for test : Test record of shop test for main diesel generator engine
- 8.2 ALAT – ALAT BANTU UNTUK PENGUKURAN DAN PEMERIKSAAN : PADA PESAWAT
PERALATAN TERPASANG
Means for measurement and checking : on board instrument
- 8.3 PERSIAPAN SEBELUM PENGUJIAN
Preparation before test
 - 8.3.1 PENGUJIAN FUNGSI PERALATAN SEBELUM PENGUJIAN PERCOBAAN
DI LAUT
Function tested before sea trial
 - 8.3.2 SAAT KAPAL BERLAYAR PADA PERCOBAAN KETAHANAN
Ship running at endurance trial
- 8.4 LINGKUP DAN URUTAN PENGUJIAN
Extend and sequence of test
 - 8.4.1 MENCATAT DATA OPERASI DIESEL GENERATOR UTAMA PADA BEBAN
YANG DI IJINKAN
Recording of operation data's of main diesel generator at rating load
 - 8.4.2 MENCATAT DATA OPERASI MESIN – MESIN BANTU LAINNYA
Recording of operation data's of another auxiliary machine

NER SURVEYOR


CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

 INDONESIA	PROSEDUR PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS
	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page :	Dari : From :
KAPAL : No. :	M157	26	33

9. PERINCIAN PENGUJIAN DIESEL GENERATOR UTAMA
Details of Main Diesel Generator Test

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK : PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEUS	
	PAL : M157 No. ARSIP : FILE No. :	Hal : 27 Page :	Dari : 33 From :	

9.1 KETERANGAN MENGENAI MESIN GENERATOR
Generator Engine Particulars

Manufacturer : MAN Linderberg – Anlagen GmbH
 Model : D 2866 LE
 Output : 250 kW / 312 kVA
 Revolution : 1800 Rpm
 Number of Cylinder : 6
 Rotation : Counter Clockwise (Viewed from Fly wheel)

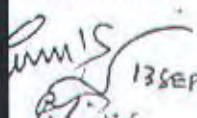
9.2 PENGUKURAN / Measurement

Generator Engine No.					
Date					
Measured	hr - min				
	%	25 %	50 %	75 %	100 %
Revolution	Rpm	1800	1800	1800	1800
Power	Kw	62,5	125	188	250
Voltage	V	430	430	430	430
Current	A	106	180	250	360
Frequency	Hz	60	60	59	61


PRESSURE (Bar / psi)

Output Filter After (psi)				
Output Filter Fore (psi)				
Crank Case (Bar)				
In Filter (psi) Bar.	5	4	3,9	3,5 ✓
Output Filter After				
Output Filter Fore				

OWNER SURVEYOR

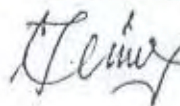

 13 SEP 2020


CLASS SURVEYOR


 Kuwat R

SYAHBANDAR SURVEYOR

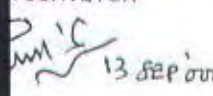
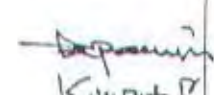
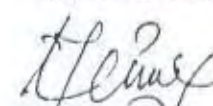
GA PT. PAL SURVEYOR




	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU		PROYEK : PROJECT :	
	TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PALWO BUWONO 400 TEUS	
AL : M157	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page :	28	Dari : From :
33				

9.2 PENGUKURAN / *Measurement*

Motor Engine No.	1			
TEMPERATURE (°C)				
Cooler FWC. IN.	32.	32.	32	32.
t Cooler FWC. OUT.	38	40	42.	48.
W. Press. (Bar)				
mp.	78	80	80	80.

R SURVEYOR  13 SEP 2011	CLASS SURVEYOR  Kurniati P	SYAHBANDAR SURVEYOR	QA PT. PAL SURVEYOR 
---	---	---------------------	--

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEU	
	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : 27 Page :	Dari : 33 From :	

9.1 KETERANGAN MENGENAI MESIN GENERATOR

Generator Engine Particulars

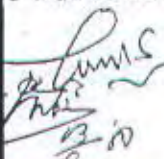
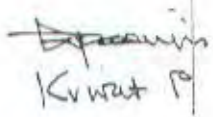
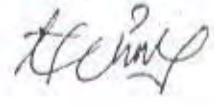
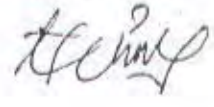
Manufacturer : MAN Linderberg - Anlagen GmbH
 Type : D 2866 LE
 Output : 250 kW / 312 kVA
 Revolution : 1800 Rpm
 Number of Cylinder : 6
 Rotation : Counter Clockwise (Viewed from Fly wheel)

9.2 PENGUKURAN / Measurement

Generator Engine No.	II				
Date					
Measured	%	25 %	50 %	75 %	100 %
Revolution	Rpm	1850	1850	1825	1800
Output	Kw	62,5	125	188	250
Voltage	V	440	440	440	440
Current	A	100	175	240	320
Frequency	Hz	62	62	61	61

PRESSURE (Bar / psi)

Out Filter After (psi)				
Out Filter Fore (psi)				
Crank Case (Bar)				
In Filter (Bar)	5.1	5	5	4.4 ~
Out Filter After				ab Riser
Out Filter Fore				

OWNER SURVEYOR  13 SEP. 20	CLASS SURVEYOR  Kwat P	SYAHBANDAR SURVEYOR 	CAPT. PAL SURVEYOR 
---	---	--	---



PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK
PROJECT
PALWO BUWONO 400 TEL

No. KAPAL : M157 No. ARSIP : Hal : 28 Dari : 33
HIP No. : FILE No. : Page : From :

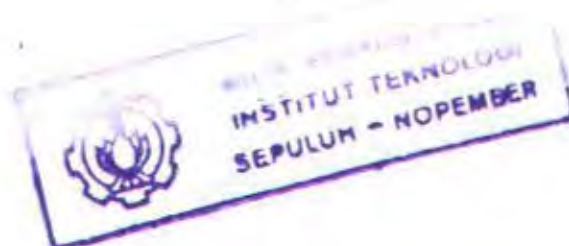
9.2 PENGUKURAN / Measurement

Generator Engine No.

II

TEMPERATURE (°C)

S.W. In Cooler	<i>FWC, IN</i>	32.	32.	32.	32.
S.W. Out Cooler	<i>FWC, OUT</i>	38.	38.	40.	43.
C.W. / F.W. Press. (Bar)					
F.W. Temp.		78	78	79	79.



OWNER SURVEYOR

CLASS SURVEYOR


SYAHBANDAR SURVEYOR

CAPT. PAL SURVEYOR

[Signature]
13 SEP. 00
[Signature]
13/9/00


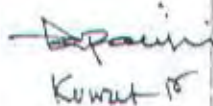


[Signature]
Kusat

[Signature]

 INDONESIA	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK PROJECT PALWO BUWONO 400 TEUS	
	PAL : M157 No. ARSIP : FILE No. :	Hal : 29 Page :	Dari : From :	33

10. PENGUKURAN POMPA SELAMA 90% MCR. DARI MESIN UTAMA
Pump Measuring during 90% MCR. of Main Engine ✓

ITEM	1	2
AST / BILGE / FIRE FIGHTING PUMP No. 1		
h Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
BILGE / BALLAST / FIRE FIGHTING PUMP No. 2		
h Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
COOLING WATER PUMP No. 1		
h Pressure (Bar)	0	0
arger Pressure (Bar)	1.6	1.8
COOLING WATER PUMP No. 2		
h Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
OUR SEA COOLING WATER PUMP		
h Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
ESH COOLING WATER PUMP No. 1		
h Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
ESH COOLING WATER PUMP No. 2		
h Pressure (Bar)	0.4	0.4
arger Pressure (Bar)	3.4	3.5
ESH COOLING WATER PUMP		
h Pressure (Bar)		
arger Pressure (Bar)		

SURVEYOR  13. SEP 02	CLASS SURVEYOR  Kurni	SYAHBANDAR SURVEYOR 	QA PT. PAL SURVEYOR 
---	--	--	--



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :
PALWO BUWONO 400 TEUS

PAL : M157
No ARSEP :
FILE No. :
Hal : 30
Page :
Dari :
Front : 33


ITEM	1	2
COOLING WATER FILLING PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
AST / BILGE EJECTOR PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
E ROOM BILGE WATER PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
GE PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
SUPPLY PUMP No. 1		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
SUPPLY PUMP No. 2		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
L PUMP M/E. (STAND - BY)		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-
L TRANSFER PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
arger Pressure (Bar)	-	-

ER SURVEYOR





CLASS SURVEYOR

SYAHBANDAR SURVEYOR

QA FT. PAL SURVEYOR

	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK : PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEUS	
	AL : M157	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page :	31 Dari : From : 33

ITEM	1	2
TRANSFER PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
TRANSFER PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
FEED WATER PUMP No. 1		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
FEED WATER PUMP No. 2		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
CIRCULATING PUMP No. 1 FOR BOILER		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
CIRCULATING PUMP No. 2 FOR BOILER ✓		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
WATER FILLING PUMP		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
ER CIRCULATING PUMP No. 1		
Pressure (Bar)	-	-
Pressure (Bar)	-	-

SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR 	SYAHBANDAR SURVEYOR 	QA PT. PAL SURVEYOR 
---	---	--	--



INDONESIA

PENCATATAN PENGUJIAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU
TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROYEK :
PROJECT :

PALWO BUWONO 400 TEU

KAPAL :
No.

M157

No. ARSIP :
FILE No. :Hal :
Page

32

Dari :
From : 33

ITEM	1	2
WATER CIRCULATING PUMP No. 2		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER HYDROPHORE PUMP No. 1		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER HYDROPHORE PUMP No. 2		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER PUMP FOR HFO. PURIFIER No. 1		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER PUMP FOR HFO. PURIFIER No. 2		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER PUMP FOR MDO. PURIFIER		
Pressure (Bar)	-0,2	-
Discharge Pressure (Bar)	8,1	-
WATER PUMP FOR LUB. OIL PURIFIER		
Pressure (Bar)	-	-
Discharge Pressure (Bar)	-	-
WATER PUMP FOR EVAPORATOR		
Pressure (Bar)	0	-
Discharge Pressure (Bar)	3,9	-

SURVEYOR

[Signature]
13 SEP 00
[Signature]
9/10


CLASS SURVEYOR

[Signature]
Kuswanto





SYAHBANDAR SURVEYOR

QA PT. PAL SURVEYOR

[Signature]
SUGENG H.

	PENCATATAN PENGUJIAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING		PROYEK : PROJECT : PALWO BUWONO 400 TEUS	
	No. ARSIP : FILE No. :	Hal : Page :	33	Dari : From :

ITEM	1	2
UB. OIL PUMP (STAND - BY)		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
PLY PUMP No. 1 FOR M/E. (BOOSTER MODULE) ✓		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
PLY PUMP No. 2 FOR M/E. (BOOSTER MODULE)		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
CULATING PUMP No. 1 FOR M/E. (BOOSTER MODULE) ✓		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-
CULATING PUMP No. 2 FOR M/E. (BOOSTER MODULE)		
Pressure (Bar)	-	-
er Pressure (Bar)	-	-


SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR 	SYAHBANDAR SURVEYOR 	QA PT. PAL SURVEYOR 
---	---	--	--

STANDARD	INDEX	MODIFICATION	ZONE	DATE	REVISION AND MODIFICATION	DRAWN BY	CHECKED BY	APPROVED BY
					DESCRIPTION			

D-4

(89) 12/11/94

YEAR : 1994	PROJECT NAME : PALMO BUMOND 400 TEUS	PROJECT NO. : MOOD (89) 153.150
DRAWN BY : 29/9 <i>Quir</i>	DRAWING DOCUMENT NAME : TEST PROCEDURE AND TEST RECORD OF GENERATOR BOARD	DRAWN : SUTJEN HUBO
DESIGNED BY : 1/10 <i>Quir</i>		CLASS/DWG : DL / XI
CHECKED BY : 1/10 <i>Quir</i>		DESIGNER : PT. PAL
APPROVED BY : 12/10 <i>Quir</i>		GROUP : PD 400 / 500
ALL RIGHTS RESERVED BE PROPERTY OF PT PAL INDONESIA		SCALE : 1 -
PROJECTION SYMBOL : 	 INDONESIA	SIZE : A4
		SHEET : 1 OF 13
		DWG/DOCUMENT NO. : 6110906

	TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING	PROJECT : <i>Proyek</i>
	PETUNJUK PENGUJIAN/PEMERIKSAAN UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU	PALWO BUNOMO 400 TEUS
SHIP NO. : M157-159 <i>No. Kapal</i>	FILE NO. : 6110906 <i>No. Arsip</i>	PAGE : 2 FROM 13 <i>Hal. Dari</i>

DESIGNATION OF TEST

Perincian Pengujian / Pemeriksaan

CONTENTS :

Daftar Isi

Pages

Halaman

1. OBJECT OF TEST
Obyek Pengujian / Pemeriksaan
2. DOCUMENT FOR TEST
Dokumen Untuk Pengujian / Pemeriksaan
3. EQUIPMENT FOR MEASUREMENT OF TEST
*Peralatan Yang Dipakai Untuk Pengujian /
Pemeriksaan & Pengukuran*
4. PREPARATION BEFORE TEST
*Persiapan Sebelum Pengujian / Pemeriksaan
Dilakukan*
5. EXTENT AND SEQUENCE OF TEST
Urutan & Lingkup Pengujian / Pemeriksaan

ENCLOSURE

Lampiran

TEST RECORD

Catatan Pengujian / Pemeriksaan

4-13



TEST PROCEDURE FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT :

Proyek

PETUNJUK PENGUJIAN/PEMERIKSAAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARUPALWO BUWONO
400 TEUS

SHIP NO. : M157-159

No. Kapal

FILE NO. : 6110906

No. Arsip

PAGE : 3 FROM 13

Hal. Dari

DESIGNATION OF TEST*Perincian Pengujian / Pemeriksaan*1. OBJECT OF TEST*Objek Pengujian / Pemeriksaan*

MAIN GENERATOR AND EMERGENCY GENERATOR

2. DOCUMENT FOR TEST*Dokumen Untuk Pengujian / Pemeriksaan*

NOT APPLICABLE

*Tidak Diperlukan*3. EQUIPMENT FOR MEASUREMENT OF TEST*Peralatan Yang Dipakai Untuk Pengujian / Pemeriksaan*

- WATER RESISTANCE
- FREQUENCY METER
- POWER METER

4. PREPARATION BEFORE TEST*Persiapan Sebelum Pengujian / Pemeriksaan*

4.1 GENERATOR SETS READY FOR TEST

*Generator Siap Dilakukan Pengujian*5. EXTENT AND SEQUENCE OF TEST*Urutan Dan Lingkup Pengujian / Pemeriksaan*

5.1 ADJUST THE ENGINE REVOLUTION UNLOAD CONDITION

Atur Putaran Mesin Pada Kondisi Tanpa Beban

5.2 TESTING OF THE STATICS FREQUENCY DISCREPANCY BETWEEN UNLOAD AND FULL LOAD CONDITION

Tes Perbedaan Frekuensi Stabil Antara Kondisi Tanpa Beban Dan Beban Penuh

5.3 RECORDING OF TYPE AND IDENTIFICATION NUMBER ENGINE OF GENERATOR

Catat Data Pengoperasian Mesin

5.4 CHECK OF THE DIESEL GENERATOR SETS 1 HOUR WITH FULL LOAD AND RECORD FOUR TIMES AN HOUR VOLTAGE, CURRENT IN ALL PHASES, POWER AND FREQUENCY

Periksa Diesel Generator Selama 1 Jam Pada Beban Penuh Dan Catat 4X Pengamatan Tentang Tegangan, Arus Setiap Phase, Daya Dan Frekuensi



TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT :
ProyekLAPORAN HASIL PEMERIKSAAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARUPALWO BUMORO
400 TEUSSHIP NO. : M157-159
No. KapalFILE NO. : 6110906
No. ArsipPAGE : 4 FROM 13
Hal. DariTEST RECORD FOR GENERATOR BOARD*Catatan Hasil Pengujian Untuk Generator Board*1. GENERAL

THE OBJECT OF WERE TESTED ACCORDING TO THE INSTRUCTION
AND WERE FOUND TO BE CORRECT.

1.1 DATE : 18-11-2000
1.2 PLACE : DERMAGA PT. PAL INDONESIA
1.3 BE PERFORMED : PT. PAL INDONESIA
1.4 WITNESS : CLASS SURVEYOR, OWNER SURVEYOR,
PT. PAL SURVEYOR.

OWNER SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

Q.A. PT. PAL SURVEYOR



TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT :
ProyekLAPORAN HASIL PEMERIKSAAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARUPALWO SUMOMO
400 TEUSSHIP NO. : M157-159
No. KapalFILE NO. : 6110906
No. ArsipPAGE : 5 FROM 13
Hal. DariMAIN GENERATOR
Generator UtamaPARTICULARS OF GENERATOR

NAME	PRIME MOTOR	VOLT (V)	PHASE	FREQ (Hz)	OUTPUT (KVA)	POWER FACTOR	OUTPUT (KVA)	CURRENT (A)
NO.1 SHAFT	SHAFT	440	3	60	500	Lag 0.8	400	557
NO.2 D/G	D/E	440	3	60	312	Lag 0.8	249.6	410
NO.3 D/G	D/E	440	3	60	312	Lag 0.8	249.6	410

NAME	NO. SERI GENERATOR	NO. SERI ENGINE
NO.1 SHAFT GENERATOR	3 4283 M1101	1063092
NO.2 DIESEL GENERATOR	6522 113 A 002	585080
NO.3 DIESEL GENERATOR	6522 113 A 001	598490

OWNER SUPERVISOR CLASS SURVEYOR CLASS SURVEYOR Q.A. PT.PAL SURVEYOR



TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT :
Proyek

LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU

PALWD BUMONO
400 TEUS

SHIP NO. : M157-159

FILE NO. : 6110906

PAGE : 6 FROM 13

No. Kapal

No. Arsip

Hal. Dari

SHAFT GENERATOR SET NO.4

GENERATOR SET NO.1

T I M E	VOLTAGE		LOAD	CURRENT			POWER		FREQ.
	NOM (V)	ACT (V)		ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)	
	440	440	0				0	-	61
	440	435	25	150			100	100	61
	440	435	50	270			200	200	61
	440	435	75	400			300	300	61
	440	435	100	540			400	400	61
	440	-	110	-			440	-	-
	440	435	100	540			400	400	61
	440	435	75	400			300	300	61
	440	435	50	270			200	200	61
	440	435	25	140			100	100	61

OWNER SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

Q.A. PT. PAL SURVEYOR

[Signature] Paul S. Tolu 1 Nov 2008

[Signature] H. S. 28

[Signature] H. S.



TEST RECORD FOR NEW SHIPBUILDING

PROJECT :
Proyek
PALWO BUWONO
400 TEUS

LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN
UNTUK BANGUNAN KAPAL BARU

SHIP NO. : M157-159
o. Kapal

FILE NO. : 6110906
No. Arsip

PAGE : 2 FROM 13
Hal. Dari

GENERATOR SET NO.2

GENERATOR SET NO.2

TIME	VOLTAGE		LOAD	CURRENT			POWER		FREQ.
	NOM (V)	ACT (V)	NOM (A)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)	ACT (Hz)
5	440	430	0				0		
15	440	430	25	100	100	100	62.4	62.1	60
15	440	430	50	180	180	180	124.3	125	60
15	440	430	75	250	250	250	187.2	188	60
30	440	430	100	360	360	360	249.6	250	61
-	440	-	110	-	-	-	274.56	-	-
15	440	430	100	360	360	360	249.6	250	61
15	440	430	75	260	260	260	187.2	188	61
15	440	430	50	182	182	182	124.3	125	62
15	440	430	25	100	100	100	62.4	62.1	63

OWNER SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

O.A. PT.PAL SURVEYOR

[Signature]

[Signature]

[Signature]

SHIP NO. : M157-159
No. Kapal

FILE NO. : 6110906
No. Arsip

PAGE : 8 FROM 13
Hal. Dari

GENERATOR SET NO.3

GENERATOR SET NO.3


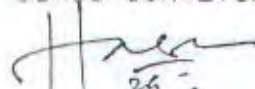
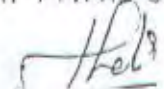
TIME	VOLTAGE		LOAD	CURRENT			POWER		FREQ.
	NOM (V)	ACT (V)	NOM (A)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)	ACT (Hz)
5-	440	440	0				0		
15-	440	440	25	100	100	100	62.4	62.5	62
45-	440	440	50	175	175	175	124.8	121	62
15-	440	440	75	240	240	240	187.2	188	61
30	440	440	100	320	320	320	249.6	250	61
-	440	440	110				274.36		
15-	440	440	100	320	320	320	249.6	250	61
45-	440	440	75	240	240	240	187.2	188	61
15-	440	440	50	175	175	175	124.8	121	62
45	440	440	25	100	100	100	62.4	62.5	62

OWNER SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

Q.A. PT.PAI SURVEYOR

SHIP NO. : M157-159

No. Kapal

FILE NO. : 6110906

No. Arsip

PAGE : 9 FROM 13

Hal. Dari

GENERATOR SET NO.1 + 2

T I M E	VOLTAGE		LOAD		CURRENT G1			POWER G1		FREQ G1	CURRENT G2			POWER G2		FREQ G2
	NOM (V)	ACT (V)	NOM (%)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)		ACT (Hz)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)	ACT (Hz)
	440		0													
	440		25													
	440		50													
	440		75													
	440		100													

GENERATOR SET NO.1 + 3

T I M E	VOLTAGE		LOAD		CURRENT G1			POWER G1		FREQ G1	CURRENT G3			POWER G3		FREQ G3
	NOM (V)	ACT (V)	NOM (%)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)		ACT (Hz)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (Kw)	ACT (Kw)	ACT (Hz)
	440		0													
	440		25													
	440		50													
	440		75													
	440		100													

OWNER SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

O.A. PT.PAL SURVEYOR

NO. : M157-159
Kapal

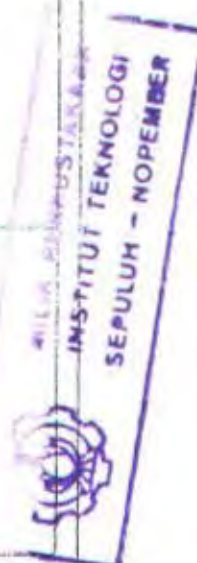
FILE NO. : 6110906
No. Arsip

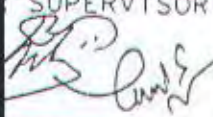
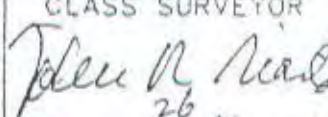
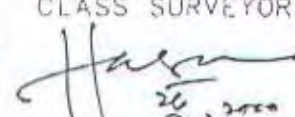
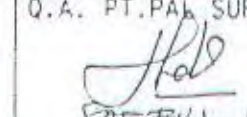
PAGE : 11 FROM 13
Hal. Dari

PROTECTIVE DEVICE GENERATOR

GENERATOR PROTECTING DEVICE TEST OF MAIN GENERATOR

DESCRIPTION	TEST RECORD				REMARK
	SERVICE GENERATOR	RATE CURRENT (A)	SETTING POINT (A)	DELAY TIME (SEC)	
OVER CURRENT RELAY TEST Each over current relay for generator breaker on the main switchboard is to be actuated mean of current transformer method with load of generator engine	GEN NO.1 GEN NO.2 GEN NO.3	55T 4703.28 4703.28	722.7 455.1 451.378	3" 3" 3"	
PREFERENTIAL TRIP TEST Each over current relay for preferential trip of non essential machinery fitted in the main switch board is to be actuated in some way as the above	GEN NO.1 GEN NO.2 GEN NO.3	55T 4703.28 4703.28	55T 4703.28 4703.28	3.1" 3" 3"	
REVERSE POWER RELAY TEST Each reverse power relay for generator protection fitted in the main switch board is to be actuated by reducing the load of one generator during parallel running	GEN NO.1 GEN NO.2 GEN NO.3	- - -	- - -	1.5" 3.1" 3.1"	



SUPERVISOR 	CLASS SURVEYOR 	CLASS SURVEYOR 	Q.A. PT.PAL SURVEYOR 
---	---	---	--

P NO. : M157-159
Kapal

FILE NO. : 6110906
No. Arsip

PAGE : 12 FROM 13
Hal. Dari

PROTECTIVE DEVICE GENERATOR

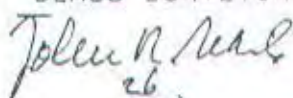
GENERATOR PROTECTING DEVICE TEST OF MAIN GENERATOR

DISCRIPTION	TEST RECORD		REMARK
	SERVICE GENERATOR	TRIP VOLTAGE (V)	
<u>UNDER VOLTAGE TRIP TEST</u> The under voltage tripping device of each generator ACB is to be actuated by mean of the prime mover slow down	GENERATOR NO.1		
	GENERATOR NO.2	260 ✓	
	GENERATOR NO.3	260 ✓	

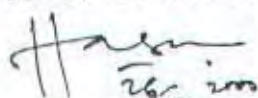
ER SUPERVISOR



CLASS SURVEYOR



CLASS SURVEYOR



O.A. PT.PAL SURVEYOR



P NO. : M157-159
Kapal

FILE NO. : 6110306
No. Arsip

PAGE : 13 FROM 13
Hal. Dari

EMERGENCY GENERATOR
PARTICULARS OF GENERATOR

NAME	PRIME MOTOR	VOLT (V)	PHASE	FREQ (Hz)	OUTPUT (KVA)	POWER FACTOR	OUTPUT (KW)	CURRENT (A)
EMERGENCY GENERATOR	DIESEL ENGINE	440	3	60	225	0.8	180	295

NAME	NO. SERI GENERATOR	NO. SERI ENGINE
EMERGENCY GENERATOR	6422108A001	17851D

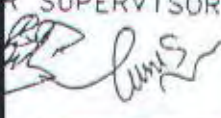
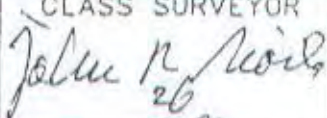
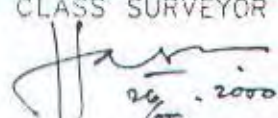
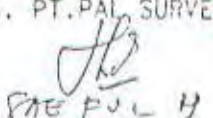
EMERGENCY GENERATOR

GSP. 1

VOLTAGE		LOAD	CURRENT				POWER		FREQ.
NOM (V)	ACT (V)	NOM (K)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)		NOM (KW)	ACT (KW)	ACT (Hz)
440	440	0					0		
440	440	25	6.5	6.5	6.5		45	45	61
440	440	50	12.0	12.0	12.0		90	90	60
440	440	75	18.0	17.0	17.0		135	135	61
440	440	100	24.0	25.0	23.0		180	180	61
440	440	110	24.0	26.0	24.0		198	198	61

PROTECTIVE DEVICE GENERATOR
GENERATOR PROTECTIVE DEVICE TEST OF EMERGENCY GENERATOR

DISCRIPTION	TEST RECORD				REMARK
	SERVICE GENERATOR	RATE CURRENT (A)	SETTING POINT (A)	DELAY TIME (SEC)	
OVER CURRENT RELAY TEST Each over current relay for generator breaker on the emergency switch board is to be actuated by mean of current trans- former method without actual over load of generator engine	EMERGENCY GENERATOR	295	324.3	10"	

R SUPERVISOR	CLASS SURVEYOR	CLASS SURVEYOR	Q.A. PT.PAL SURVEYOR
			



Germanischer Lloyd

Prüfprotokoll Test Report

Borderprobung der Stromerzeugungsanlage Shipboard Tests of the Electrical Power Supply

Bauwerk: PT PAL IND Bau-Nr.: M 197 Baujahr: 2000
 Shipyard: _____ Hull no: _____ Year of build: _____
 Schiffsname: PT TTS Reederei: _____ GL-Reg. Nr.: _____
 Ship's name: _____ Shipowner: _____ GL-Reg.no: _____
 Schalttafel, Lieferfirma: _____ Besch.Nr.: 0990-SB/
 Mainswitchboard, manufacturer: _____ Certificate no: C15/98

Prüfbericht für Schalttafel F 217 liegt vor
 Checklist for Switchboards F 217 is present



liegt nicht vor
 is not present



Aufnahme der Spannungs-, Strom- und Drehzahlkennlinie
 Record of the voltage-, current and speed curves

		SHAFT Generator I				Generator II				Generator III				EMERG GEN			
int. Pow.	S _n	500 kVA		312 kVA		312 kVA		225 kVA									
d. e P.	P _n	400 kW		250 kW		250 kW		180 kW									
nung cc	U _n	440 V		440 V		440 V		440 V									
n nt	I _n	- A		328 A		328 A		295 A									
uenz ency	f _n	60 Hz		60 Hz		60 Hz		60 Hz									
ufc cp		P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz
0		-	440	-	61	0	430	-	60	0	440	-	60	0	440	-	61
25		100	431	140	61	62.5	430	100	60	62.5	440	100	62	41	440	65	61
50		200	435	270	61	125	430	180	60	125	440	175	62	90	440	120	60
75		300	435	400	61	188	430	250	59	188	440	240	61	135	440	170	61
100		400	431	570	61	250	430	360	61	250	440	320	61	180	440	220	61
75		300	431	400	61	188	430	260	61	188	440	240	61	135	440	170	61
50		200	435	270	61	125	430	182	62	125	440	175	62	90	440	120	61
25		100	435	140	61	62.5	430	100	63	62.5	440	100	62	41	440	60	61
0		-	431	-	61												
Abweichung missible Deviation		±2.5%		±5%		±2.5%		±5%		±2.5%		±5%		±2.5%		±5%	

Prüfung der Wirklastverteilung bei Parallelbetrieb
Test of the active load sharing during parallel duty

Gen.: <u> </u> // Gen.: <u> </u>				Gen.: <u>2</u> // Gen.: <u>3</u>				Gen.: <u> </u> // Gen.: <u> </u>			
kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	kW	A
				90	120	90	120				
				125	180	125	180				
				188	280	188	250				
				240	360	240	300				
				188	280	188	240				
				125	200	125	160				
				62,5	110	62,5	90				

Gen.: <u> </u> // Gen.: <u> </u>				Gen.: <u> </u> // Gen.: <u> </u>				Gen.: <u> </u> // Gen.: <u> </u>			
kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	kW	A

Dynamisches Spannungs- und Frequenzverhalten
Dynamic voltage and frequency response

Schwerölbetrieb ☐
Intermediate fuel oil duty

Diesölbetrieb ☐
Gas oil duty

		Gen.: I	Gen.: II	Gen.: III	
haltung von Last ng-off of load	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	59 Hz	60 Hz	60 Hz
	U _{max}	V	420 V	430 V	440 V
	f _{max}	Hz	63 Hz	61 Hz	61 Hz
haltung von 50 % P _n ng-on of 50% load	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	62 Hz	62 Hz	60 Hz
	U _{min}	V	430 V	430 V	440 V
	f _{min}	Hz	61 Hz	61 Hz	60 Hz
haltung von 50 % P _n ng-on of 50 % P _n	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	58 Hz	61 Hz	58 Hz
	U _{min}	V	V	V	V
	f _{min}	Hz	Hz	Hz	Hz
haltung in von P _n ng-on in of P _n	U	V	V	V	V
	f	Hz	Hz	Hz	Hz
	U _{min}	V	V	V	V
	f _{min}	Hz	Hz	Hz	Hz
ablaufzeit (< 5 sec)					

Einstellung und Erprobung der Schutzeinrichtungen Setting and test of the protecting devices

		Gen.: I	Gen.: II	Gen.: III	EM. GEN.
u. Typ der Generator-Schutzeinrichtung and type of generator protecting devices					
Strom current I_n	A		328 A	328 A	295 A
Kurzschlußstrom I_{KD} and short circuit current	kA		30 kA	30 kA	
Wichtige Verbraucher essential services (1,0 x I_n , ca. 5 s)	Stufe 1 Step 1	A	328 A	328 A	
	s	4,3"	3,5"	3"	
	Stufe 2 Step 2	A	///	///	///
	s	///	///	///	
Abt. bei Unterfrequenz: (90 % I_n) and trip on low frequency (5 - 10 s)	s	5,6"	5,4 Hz 3,6"	5,4 Hz 2,9"	5,4 Hz 3", 13"
Stromschutz *) (1,1 - 1,5 x I_n) current protection (1 < 120 s)	A		375 A	375 A	324 A
	s	4,8"	3"	3"	10"
Kurzschlußschutzeinstellung *) of the short circuit protection (1,5 I_n < $I_{Einstellung}$ < I_{KD} , 300 - 500 ms)	kA				
	ms				
Leistungsschutz (< 10 % P_n) power protection (2 - 5 s)	kW		230 kW	230 kW	
	s		1,5"	3,5"	
Spannungsschutz *) (70 - 35 % U_n) voltage protection (300 - 500 ms)	V	250 V	260 V	260 V	260 V
	ms				
Frequenzschutz *) (für Schiffsaggregate/Wellengeneratoren frequency protection for by prime movers/shaft generators (5 - 10 s)	Hz				
	s				
Generatorschnell- ung mit Abschaltung Generatorschalter de-circulation of generators trip of circuit breakers ($S_{Gen} \geq 1500$ kVA)					
Prüfung der unverzüglichen Abschaltung unwichtiger Verbraucher Unterbrechung des Parallelbetriebes (nur für Schiffe mit Klassenzeichen AUT) of the undelayed trip of non-essential consumers in case of parallel operation fault (for ships with notation AUT only)					ja/nein yes/no
Prüfung aller Einstellwerte unter Gleitfrequenzbedingungen *) of setting values under variable frequency conditions					ja/nein yes/no

Überprüfung der Einstellwerte oder Vorlage der Werksprotokolle
Test of setting values or presentation of manufactures test sheet

Test of the active load sharing during parallel duty

[illegible]Dieselölbetrieb ☐ Gasöl ☐

		Gen.: I	Gen.: II	Gen.: III	
haltung von % Last ing-off of load	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	59 Hz	60 Hz	60 Hz
	U _{max}	V	420 V	430 V	440 V
	f _{max}	Hz	63 Hz	61 Hz	61 Hz
haltung von 50 % P _n ing-on of 50% load	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	62 Hz	62 Hz	60 Hz
	U _{min}	V	430 V	430 V	440 V
	f _{min}	Hz	61 Hz	61 Hz	60 Hz
haltung von 50 % P _n ing-on of 50 % P _n	U	V	430 V	430 V	440 V
	f	Hz	58 Hz	61 Hz	58 Hz
	U _{min}	V	V	V	V
	f _{min}	Hz	Hz	Hz	Hz
haltung in P _n ing-on in P _n	U	V	V	V	V
	f	Hz	Hz	Hz	Hz
	U _{min}	V	V	V	V
	f _{min}	Hz	Hz	Hz	Hz



Germanischer Lloyd

Prüfprotokoll Test Report

Borderprobung der Stromerzeugungsanlage Shipboard Tests of the Electrical Power Supply

Bauwerkft: PT. PAL IND Bau-Nr.: M 157 Baujahr: 2000
Shipyards: _____ Hull no: _____ Year of build: _____

Schiffsname: PT. TTS. Reederei: _____ GL-Reg Nr.: _____
Ship's name: _____ Shipowner: _____ GL-Reg no: _____

Schalttafel, Lieferfirma: _____ Besch.Nr.: 0990-SB/
Mainswitchboard, manufacturer: _____ Certificate no: 015/98

Prüfbericht für Schalttafel 1' 217 liegt vor ☐ liegt nicht vor ☐
Checklist for Switchboards 1' 217 is present is not present

Aufnahme der Spannungs-, Strom- und Drehzahlkurve
Record of the voltage-, current and speed curves

		SHAFT Generator I				Generator II				Generator III				EMERG GEN			
Gen- er- ator	Symbol																
Rated Power	S_n	500 kVA				312 kVA				312 kVA				225 kVA			
Rated Power	P_n	400 kW				250 kW				250 kW				180 kW			
Rated Voltage	U_n	440 V				440 V				440 V				440 V			
Rated Current	I_n	A				328 A				328 A				295 A			
Rated Frequency	f_n	60 Hz				60 Hz				60 Hz				60 Hz			
Step		P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz	P kW	U V	I A	f Hz
0		-	440	-	61	0	430	-	60	0	440	-	60	0	440	-	61
25		100	435	140	61	62.5	430	100	60	62.5	440	100	62	45	440	65	61
50		200	435	270	61	125	430	180	60	125	440	175	62	90	440	120	60
75		300	435	400	61	188	430	250	59	188	440	240	61	135	440	170	61
100		400	435	520	61	250	430	360	61	250	440	320	61	180	440	220	61
75		300	435	400	61	188	430	260	61	188	440	240	61	135	440	170	61
50		200	435	270	61	125	430	182	62	125	440	175	62	90	440	120	61
25		100	435	140	61	62.5	430	100	63	62.5	440	100	62	45	440	60	61
0		-	435	-	61												
Abweichung Deviation		±2.5%				±2.5%				±2.5%				±2.5%			

TECHNICAL DATA

04.91

ne type:	four-stroke, direct-injection	
nders:	6 cylinder in line, wet replaceable cylinder liners	
ration:	turbocharger, intercooler	
ing:	water circulation by centrifugal pump on engine	
ication:	force-feed lubrication by gear pump, lubricating oil cooler in cooling water circuit of engine	
ction:	Bosch in-line pump with mechanical speed governor	
rator:	Bosch three-phase generator with rectifier and transistorized governor, 28 V, 35 A	
ter motor:	Bosch solenoid-operated starter, typ KB, 24 V, 5,4 kW	
	128 mm	Starter battery capacity: 143 Ah (24 V)
ke:	155 mm	
me:	11,967 l	Filling capacities:
		- Engine lube oil for
ression ratio:	15,5:1	standard oil sump (min.): 12 l
		standard oil sump (max.): 18 l
ing water temperature:		Inertia moments (SI-Unit):
der normal conditions	90° C	- engine and vibration damper: 0,914 kgm ²
ort period under		- flywheel for
treme conditions	95° C	generator drive 1500 rpm: 2,412 kgm ²
fore start of		generator drive 1800 rpm: 2,412 kgm ²
ll load (min.)	40° C	variable speed: 2,412 kgm ²
		marine propulsion engine: 2,003 kgm ²
ing capacities:		
gine cooling water abt.:	13,3 l	Steady-state speed accuracy (speed droop)
oling water for radiator		- constant speed 3-5 %
th pipe system abt.:	20,5 l	(at ISO standard rating)
w water heat exchanger		- variable speed max. 15 %
th pipe system abt.:	30,0 l	

DIESEL ENGINE D 2866 LE
TECHNICAL DATA FOR STATIONARY
GENERATING SETS AND INDUSTRIAL APPLICATIONS

A - D 2866 LE
Page 1.1
04.91

		Engine for generating sets at constant speed		Engine for industrial application at variable speed	
Speed	rpm	1500	1800	2100	
Standard rating ¹⁾	kW	230	278	227	---
	HP	313	378	309	---
Effective pressure	bar	15,4	15,5	10,8	---
	Nm	1.464	1.475	1.032	---
Net brake fuel stop ¹⁾	kW	253	292	250	---
	HP	344	397	340	---
Effective pressure	bar	16,9	16,3	11,9	---
	Nm	1.611	1.549	1.137	---
Piston velocity	m/s	7,75	9,30	10,85	---
ic irregularity (generator operation)		1/81	1/122		
consumption					
% tolerance)					
1 load! ISO-	g/kWh	197	205	210	---
4 load! standard-	g/kWh	197	207	---	---
2 load! rating	g/kWh	205	215	---	---
oil consumption max.	g/h	250	300	280	---
for combustion	m ³ /h	870	1.240	1.200	---
tive pressure at air er outlet, permissible	hPa	30	30	30	---
ust gas heat ²⁾	MJ/h	645	825	675	---
ust gas temperature ²⁾	°C	600	600	480	---
ust gas mass flow	kg/h	1.059	1.498	1.445	---
ust gas volume flow ²⁾	m ³ /h	2.653	3.753	3.123	---
ust gas back pressure permissible	hPa	50	50	50	---
ket water heat -cooled exhaust ifold	MJ/h	430	540	470	---
ket water heat incl. er-cooled exhaust ifold	MJ/h	600	750	---	---



Dept. VE

DIESEL ENGINE D 2866 LE
TECHNICAL DATA FOR STATIONARY
GENERATING SETS AND INDUSTRIAL APPLICATIONS

A - D 2866 LE
Page 1.2
04.91

	Speed rpm	Engine for generating sets at constant speed		Engine for industrial application at variable speed	
		1500	1800	2100	
Minimum cooling water circulation	l/h	17.400	19.600	23.300	---
Intercooler heat rate	MJ/h	80	100	100	---
Cooling air requirements for fan-cooled radiator	m ³ /h	21.200	24.500	---	---
Power input for fan:	kW	11	18	---	---
Radiation heat	MJ/h	110	130	110	---
Noise at 1 m distance (excl. fan)	dB(A)	95	97	98	---
Weight (dry, with cooling system)	kg	1.105	1.105	1.105	---

1) The nominal ratings are based on reference conditions according to DIN 6271/ISO 3046/1: 300 K (27° Celsius) air temperature, 100 kPa (1000 mbar) air pressure, 60 % air humidity; deratings for site conditions to be taken into account.

2) Data are for engine with non-cooled exhaust manifold

Output-related data are referred to the maximum rating specified for each speed.

Ratings for shipboard gensets please see at page 3 "DIESEL ENGINE FOR SHIP-BOARD GENERATING SETS".

Technical data are subject to alterations.

XTD66LE

DENBERG-ANLAGEN GMBH

Herstellungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



TECHNICAL SPECIFICATION

Date: 22.09.1997
K/S6/Angebot/0146D.doc

WARD : P.T. Pal Indonesia
OWNER : Djakarta Lloyd
TYPE OF SHIP : 400 TEU Container Vessel
WARD PROJECT NO: P 640-93-13.
LIAG PROJECT NO: 0146D/03/96
ward Order No : 0.640-97-96512 Palwo Buwono
LIAG Order No : 18203/18205/18207

Nos CLASSIFIED LIAG/MAN AUXILIARY MARINE DIESEL GENERATING
SETS
Classification: Germanischer Lloyd AUT on behalf on BKI

Set Rating : 250 kW, 312,5 kVA at p.f 0,8
Voltage : 3 x 450 Volt
Frequency : 60 Hz
Speed : 1800 rpm

Reference Data for Rating and Consumption Details:

5°C. ambient air temperature at 1000 mbar and 60% relative air
humidity.
2°C. seawater temperature.

Cooling System for the Set : Heat Exchanger and Seawater pump.

Starting System for the Set: Air 30 bar with push button for
manual start.

Construction of the Set : The diesel engine, MAN type D 2866 LE
and the alternator A. van Kaick type DSG 52 M 1-4 are flanged
together and connected through a flexible coupling in order to avoid
dangerous torsional vibrations. The vibration calculations will be
made from LIAG/MAN.

The diesel engine and the alternator are mounted on a common marine
bedframe, manufactured of electrowelded steel profiles and also
mounted on vibration dampers, which are mounted between the set and
the bedframe.

Cooling System for the Set:

The heat exchanger includes an expansion tank. All mounting
materials and pipes between the engine and the heat exchanger
are included and fitted on the set.

The sea water pump is self-priming, sea water resistant, pulley
driven, attached and connected to the cooling water system on the
engine.

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

zeugungs- und Pumpenanlagen
anlagen



Diesel Engine Data:

MAN water-cooled, four-stroke diesel engine, turbocharged
intercooled, counter-clockwise rotation seen from the flywheel.

Engine Type : MAN D 2866 LE

ISO-rating acc. to IXCN : 278 kW / 378 BHP at 1800 rpm

Power for sea water pump: 1 kW / 2 HP

Overload : 10% for 1 hour in 12 hours acc. to IXCN

Number of Cylinders : 6

Arrangement of Cylinders: in line

Bore/Stroke : 128 / 155 mm

iston displacement : 11,97 ltrs.

The fuel consumption stated below refers to a net calorific value of
42,000 kJ/kg (10,000 kcal/kg) for fuel acc. to DIN 51601-BS MA class
or B1-ISO 8217 DMX+DMA:

at 100% load: 210 g/kWh

at 75% load: 210 g/kWh

at 50% load: 215 g/kWh

The consumption is given with 5% tolerance and based on ISO 3046/1.

The lube oil consumption per engine running hour is approx.
100 g, excl. oil changes.

Air for combustion: 1240 m³/h

Engine Equipment:

Diesel engine

Air filter(s), marine type

Oil-flow lube oil filter

Lube oil cooler

Freshwater cooling pump with thermostat

Complex change-over fuel oil filter

Flameproof flexible fuel oil hoses

Flywheel and housing

Fuel injection pump with fuel lift pump and pre-filter

Mechanical governor for constant speed

24V DC speed regulation for parallel operation

Turbocharger water-cooled

Intercooler water-cooled

Exhaust manifold(s) water-cooled

Lube oil sump

Drain pump for lube oil draining

Air starter 30 bar with flexible hose and push button for manual
start

Flexible coupling between diesel engine and alternator

Stop solenoid 24V

Double walled fuel oil pipes

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

zeugungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



Alternator Data:

ke : A. van Kaick type DSG 52 M 1-4
ting max. : 250 kW / 312,5 kVA at p.f. 0,8
ltage : 3 x 450 Volt
equency : 60 Hz
eed : 1800 rpm
sulation Stator/Rotor : F/F
closure : IP 23

The alternator is a 2-bearings, brushless, self-exciting, self-regulating with revolving field, in-ventilated, drip-proof design and with damper windings included.
The voltage regulation is maintained within limits of $\pm 1\%$ from no load to full load at any power factor between 0,8 and 1,0.

Alternator Equipment:

Heating condensation heater(s) 220 Volt
Control kit for parallel operation
Nos. PT 100 Sensor in windings

The alternator will be delivered with cable glands and the size have to be informed by the shipyard.

Instrument panel for unmanned engine room:

flexible mounted on the set and contains the following:

Operation lamp
Cooling water thermometer
Oil pressure gauge
Water lock and/or push button
Stop push button
Thermometer
Hourcounter
Cut down relay
All being completely wired to the engine

Alarm equipment for unmanned engine room:

The set is equipped with alarm sensors for the following failures:

Alarm:	Sensor type:
Low lube oil pressure	pressure switch (on-off)
High cooling water temperature	temperature switch (on-off)
High lube oil temperature	temperature switch (on-off)
Low cooling water pressure	pressure switch (on-off)
Leak in fuel oil pipes	level switch (on-off)
Low cooling water level	level switch (on-off)
Low air start pressure	pressure switch (on-off)
Battery power failure	relay
Over speed	relay for shut down only

All sensors are connected to potential free terminals in the engine instrument panel for further connection to the ship's central alarm system.

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

zeugungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



Shut-down Equipment for unmanned engine room:

The set is equipped with sensors for automatic shut-down for the following failure:

low lube oil pressure	pressure switch (on-off)
high cooling water temperature	temperature switch (on-off)
overspeed	relay for shut down only

The sensors are connected to shut-down relay, mounted in the engine instrument panel.

Signs:

The signs on the set will be in English



ILIRI PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

Painting:

The set will be painted in a RAL 7032 colour, unless others is specified.

Equipment delivered loose with the set (per set):

1 Pcs silencer ND 150, with flanges, counter-flanges and mounting kits.

1 Pcs flexible exhaust expansion joint(s) with flanges, counterflange and mounting kits.

1 Pcs potentiometer for alternator

Spare parts and tools (per ship):

Set of spare parts for the engine according to enclosed list

Set of special tools for the engine according to enclosed list

Set of spare parts for the alternator according to enclosed list

Spare parts- and Maintenance books (per set):

Sets of spare parts books for the engine in 4 languages

Sets of maintenance books for the engine in English

Sets of spare parts- and maintenance books for the alternator in English

Sets of specifications and drawings for the delivered equipment in English

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

Leugungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



Certificates and Test run:

The complete set will be delivered with certificates from G.L. on behalf of BKI.

The equipment will be tested according to classification rules in a workshop in Germany in the presence of the classification society, and a copy of the test running report will be forwarded together with the certificates per parcel post.

Woldby Sørensen
Lindenberg-Anlagen GMBH

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

erzeugungs- und Pumpenanlagen
anlagen



SPARE PARTS FOR ALTERNATORS, ACCORDING TO CLASSIFICATION
SOCIETIES.

ERSATZTEILE FÜR GENERATOREN, LAUT KLASSIFIKATIONSGESELL-
SCHAFTEN.

Pce	Voltage control unit
Stck	Spannungsregler
Set	Diodes complete
Satz	Dioden komplett
Pce	Bearing for drive end
Stck	Lager Antriebsende
Pce	Bearing for non-drive end
Stck	Lager Gegen-Antriebsende

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

Leugungs- und Pumpenanlagen
agen



SPARE PARTS FOR MAN MARINE DIESEL ENGINES, ACCORDING TO
CLASSIFICATION SOCIETIES, UNRESTRICTED SERVICE.

ERSATZTEILE FÜR MAN MARINE DIESEL MOTOREN, LAUT KLASSIFI-
KATIONSGESELLSCHAFTEN, UNBEGRENZTER BETRIEB.

Set Main bearing shell (2 pcs.) for crankshaft
Satz Kurbelwellenlagerschale (2 Stck.)
Set Thrustbearing shell (2 pcs.) for crankshaft
Satz Drucklagerschale (2 Stck.)
Pcs Main bearing screws for crankshaft
Stck Schraube für Kurbelwellenlager
Set Big end bearing shell (2 pcs.) for connecting rod
Satz Pleuellagerschale (2 Stck.)
Sets Big end bearing screws and nuts for connecting rod
Sätze Pleuellagerschrauben und Mutter
Sets Exhaust valves complete with all mounting parts
Sätze Auslassventile komplett mit allen Montageteilen
Set Intake valve complete with all mounting parts
Satz Einlassventil komplett mit allen Montageteilen
Set (50% of cyl.) Injection nozzles complete
Satz (50% aller Zylinder) Einspritzventile komplett
Pce Piston pin
Stck Kolbenbolzen
Pce Small end bushing for connecting rod
Stck Büchse für Pleuelstange
Set Piston rings complete for one cylinder
Satz Kolbenringe komplett für einen Zylinder
Set Repairkit for fuel injection pump for one cylinder
Satz Reparatursatz für Einspritzpumpe für einen Zylinder
Pce Fuel oil pipe, un-bended
Stck Kraftstoffleitung, ungebogen
Set Gaskets for one cylinder head
Satz Dichtungen für einen Zylinderkopf

SPECIAL TOOLS FOR MAN MARINE DIESEL ENGINES
SPEZIALWERKZEUG FÜR MAN MARINE DIESEL MOTOREN.

Pce Turning gear for engine
Stck Andrehvorrichtung
Pce Tappet key for injection nozzles
Stck Zapfenschüssel für Einspritzventile
Pce Hammer for injection nozzles
Stck Ausziehhammer für Einspritzventile
Pce Ratchet key
Stck Knarrvorrichtung

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

Herzeugungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



PRÜFPROTOKOLL - TEST CERTIFICATE

Lieferfirma: Fa.LINDENBERG Anlagen GmbH

Supplier:

Prüfart: 51503 Rösrath

Place of test:

Abnahme / Certification: GL - (BKI)

Tragsbezeichnung der Lieferfirma: 18203/01

Order number of supplier:

Gerät: 8037

Unit:

Bestimmt für: P.T. Pal Indonesia

Intended for:

Tragsbezeichnung des Bestellers: 0. 640-97-96.512

Customer's order number:

Bau Nr:

Building No:

Käufer: Djakarta Lloyd Indonesia

Owner:

Schiff-Type: 400 TEU Container Vessel

Type of ship:

TOR - ENGINE

Hersteller: MAN Nutzfahrzeuge AG Zulassungsnummer: SM 180

Manufacturer: License:

Typ: D 2866 LE

Model:

Motor-Nr: 390 8699 053 4101

Engine number:

Nennleistung: 276 kW

Rated power:

Nenn Drehzahl: 1800

Rated speed:

58508 D

Jahr: 1997

Built:

Besch.-Nr: 58508 D 02 GL S 98

Certification No:

Zugehöriger eff. Mitteldruck: 14,6 bar

Corresponding mean eff.pressure:

und Zünddruck: 130 bar

and max.ignition pressure:

Zylinderzahl: 6 Zylinderdurchmesser: 128 mm Kolbenhub: 155 mm

of cylinders:

Cylinder diameter:

Stroke:

Arbeitsverfahren: 4-Takt. Art der Kühlung: Wärmetauscher

Method of operation: -stroke. Kind of cooling: Heat exchanger

Art der Anlaßeinrichtung: Luftanlasser Gali

Kind of starting device: Air starter Gali

mit Aufladung - with turbocharger

Polader Hersteller: Kühnle,Kopp & Kausch Typ: K 36-4067 MNA 21.71

Manufacturer:

Type:

Nr: 1 Fabrik-Nr: 97 679 4999

Number: Serial number:



LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

Herzeugungs- und Pumpenanlagen
Anlagen



ehängte Pumpen und Verdichter - Attached pumps and compressor

Frischkühlwasserpumpe: 12 m³/h
Fresh cooling water pump:
Seekühlwasserpumpe: 12 m³/h (on test station)
Sea cooling water pump:
Luftverdichter: - - m³/h
Air compressor:

ERATOR - ALTERNATOR Drehstrom - AC

Hersteller: A.v.Kaick
Manufacturer:

Typ: DSG 52 M 1-4 Masch.-Nr.: 652 2113 A 002
Serial number:

Leistung: 312,5 kVA / 250 kW Drehzahl: 1800 U/min
Output: Speed: RPM

Nennspannung: 450 V Frequenz: 60 Hz Schutzart: IP23
Voltage: Frequency: cps Degree of protection:

Jahr: 1998 Besch.-Nr.: 34293 MH 01 GL KI 98
Built: Certification No:

REGATE - GENERATOR SET Abnahme Nr: 59848 D 02 GL KI 98
Certification No:

59848 D

dem Grundrahmen sind elastisch aufgestellt:
Elastically arranged on the bed frame:

Motor: JA/YES Generator: JA/YES Pumpe: - - - -
Line: Pump:

Luftverdichter: - - - -
compressor:

Verbindung zwischen Dieselmotor und Generator:
Coupling between engine and generator:
Fabrikat / manufacturer: CENTA
Type: CF-D-350-60-11-107
Masch.-Nr / Certification No:

..... Pumpe / ... stufige Luftverdichter
Pump / stage air compressor

Hersteller:
Manufacturer:

Typ: Masch.-Nr.:
Serial No:

Leistung: m³/h Förderhöhe: ... m
Capacity: Delivery height:

Drucksendendruck: ... bar Fördergut:
Discharge pressure: Medium conveyed:

Besch.-Nr:
Certification No:



		Engine for generating sets at constant speed		Engine for industrial application at variable speed	
	Speed rpm	1500	1800	2100	
Standard rating ¹⁾	kW	177	200	187	---
	HP	241	272	254	---
Effective pressure	bar	11,8	11,1	8,9	---
	Nm	1.127	1.061	850	---
Net brake fuel stop ¹⁾	kW	190	220	206	---
	HP	258	299	280	---
Effective pressure	bar	12,7	12,3	9,8	---
	Nm	1.210	1.167	937	---
Piston velocity	m/s	7,75	9,30	10,85	---
Irregularity (generator operation)		1/109	1/161		
Consumption (tolerance)					
load ISO-	g/kWh	200	205	215	---
load standard-	g/kWh	204	210	---	---
load rating	g/kWh	212	225	---	---
Oil consumption max.	g/h	250	300	280	---
or combustion	m ³ /h	680	870	1.070	---
ive pressure at air outlet, permissible	hPa	30	30	30	---
st gas heat ²⁾	MJ/h	515	600	625	---
st gas temperature ²⁾	°C	600	580	580	---
st gas mass flow	kg/h	827	1.054	1.285	---
st gas volume flow ²⁾	m ³ /h	2.072	2.580	3.146	---
st gas back pressure permissible	hPa	50	50	50	---
t water heat cooled exhaust cold	MJ/h	380	450	435	---
t water heat incl. -cooled exhaust cold	MJ/h	560	670	---	---

		Engine for generating sets at constant speed		Engine for industrial application at variable speed	
	Speed rpm	1500	1800	2100	
Minimum cooling water circulation	l/h	17.400	19.600	23.300	---
Cooling air requirements for fan-cooled radiator	m ³ /h	17.300	22.070	24.250	---
Power input for fan:	kW	7	11	12	---
Radiation heat	MJ/h	80	100	95	---
Noise at 1 m distance (excl. fan)	dB(A)	98	99	---	---
Weight (dry, with cooling system)	kg	1.040	1.040	1.040	---

1) The nominal ratings are based on reference conditions according to DIN 6271/ISO 3046/1: 300 K (27° Celsius) air temperature, 100 kPa (1000 mbar) air pressure, 60 % air humidity; deratings for site conditions to be taken into account.

2) Data are for engine with non-cooled exhaust manifold

Output-related data are referred to the maximum rating specified for each speed.

Ratings for shipboard gensets please see at page 3 "DIESEL ENGINE FOR SHIPBOARD GENERATING SETS".

Technical data are subject to alterations.



DIESEL ENGINE D 2866 TE

A - D 2866 TE

TECHNICAL DATA

Page 1

04.91

t. VE

line type: four-stroke, direct-injection

liners: 6 cylinder in line, wet replaceable cylinder liners

iration: turbocharger

ling: water circulation by centrifugal pump on engine

rication: force-feed lubrication by gear pump, lubricating oil cooler in cooling water circuit of engine

ection: Bosch in-line pump with mechanical speed governor

erator: Bosch three-phase generator with rectifier and transistorized governor, 28 V, 35 A

rtter motor: Bosch solenoid-operated starter, typ KB, 24 V, 5,4 kW

e: 128 mm

oke: 155 mm

ume: 11,967 l

pression ratio: 15,5:1

Starter battery capacity: 143 Ah (24 V)

Filling capacities:

- Engine lube oil for

standard oil sump (min.): 12 l

standard oil sump (max.): 18 l

ling water temperature:

nder normal conditions 85° C

hort period under

xtreme conditions 90° C

efore start of

ull load (min.) 40° C

Inertia moments (SI-Unit):

- engine and vibration damper: 0,914 kgm²

- flywheel for

generator drive 1500 rpm: 2,412 kgm²generator drive 1800 rpm: 2,412 kgm²variable speed: 2,412 kgm²marine propulsion engine: 2,003 kgm²

ling capacities:

ngine cooling water abt.: 13,3 l

ooling water for radiator

ith pipe system abt.: 16,0 l

aw water heat exchanger

ith pipe system abt.: 30,0 l

Steady-state speed accuracy (speed droop)

- constant speed- 3-5 %

(at ISO standard rating)

- variable speed max. 15 %

TECHNICAL SPECIFICATION

Date: 22.09.1997
K/S6/Angebot/0147D.doc

ORDER : P.T. Pal Indonesia
ORDER : Djakarta Lloyd Indonesia
TYPE OF SHIP : 400 TEU Container Vessel
ORDER PROJECT NO: P 640-93-13.184 Palwa Buana
ORDER PROJECT NO: 0147D/03/96
Order No : O. 640-97-96.512 Palwa Buwono
Order No : 18204/18206/18208

Nos CLASSIFIED LIAG/MAN EMERGENCY MARINE DIESEL GENERATING SETS

Classification: Germanischer Lloyd on behalf on BK1

Rating : 180 kW, 225 kVA at p.f 0,8
Voltage : 3 x 450 Volt
Frequency : 60 Hz
Speed : 1800 rpm

Reference Data for Rating and Consumption Details:

50°C. ambient air temperature at 1000 mbar and 60% relative air humidity.

Cooling System for the Set : Radiator cooler and pusher fan for max. 50°C. ambient temperature.

Starting System for the Set : Electric 24V, 2-pole
Emergency starter, manual, hydraulic type.

Construction of the Set : The diesel engine, MAN type D 2866 TE and the alternator A. van Kaick type DSG 43 L 2-4 are flanged together and connected through a flexible coupling in order to avoid dangerous torsional vibrations. The vibration calculations will be made from LIAG/MAN.

The diesel engine and the alternator are mounted on a common marine bedframe, manufactured of electrowelded steel profiles and also mounted on vibration dampers, which are mounted between the set and the bedframe.

Cooling System for the set:

A water-cooled radiator for 50°C. cooling ambient temperature with flange connection for air duct, finger protection guard for fan, piping, flexible connections and all other mounting materials are delivered and fitted to the set.
The fan is a pressure type.

Diesel Engine Data:

water-cooled, four-stroke diesel engine, turbocharged counter-clockwise rotation seen from the flywheel.

Engine Type : 1 2866 TE
Rating acc. to IXCN : 218 kW / 296 BHP at 1800 rpm
Rating for fan : 11 kW / 18 HP
Load : 10% for 1 hour within 12 hours acc. to IXCN
Number of Cylinders : 6
Arrangement of Cylinders: in line
Bore/Stroke : 128 / 155 mm
Total displacement : 11.97 ltrs.

Fuel consumption stated below refers to a net calorific value of 40000 kJ/kg (10,000 kcal/kg) for fuel acc. to DIN 51601-BS MA class or B1-ISO 8217 DMX+DMA:

100% load: 210 g/kWh
75% load: 210 g/kWh
50% load: 225 g/kWh

Consumption is given with 5% tolerance.

Lube oil consumption per engine running hour is approx. 1 g, excl. oil charges.

Air for combustion: 870 m³/h

Engine Equipment:

1. Diesel engine
2. Air filter(s), marine type
3. 1-flow lube oil filter
4. Water oil cooler
5. Freshwater cooling pump with thermostat
6. 2-way change-over fuel oil filter
7. Leakproof flexible fuel oil hoses
8. Flywheel and housing
9. 1 injection pump with fuel lift pump and pre-filter
10. Mechanical governor for constant speed
11. 24 V DC speed control motor for parallel operation
12. Turbocharger air-cooled
13. Exhaust manifold(s) insulated
14. Fuel oil sump
15. Drain pump for lube oil draining
16. Electric starter, 24 V DC, 2-pole, marine version
17. Emergency starter, manual, hydraulic type
18. Flexible coupling between diesel engine and alternator
19. 24V solenoid

Alternator Data:

Manufacturer : A. van Kaick type DSG 43 L 2-4
Rating max. : 225 kW, 225 kVA at p.f. 0,8
Voltage : 3 x 480 Volt
Frequency : 60 Hz
Speed : 1800 rpm
Excitation Stator/Rotor : F/F,
Enclosure : IP 23

The alternator is a 2-bearings, brushless, self-exciting, self-regulating with revolving field, in-ventilated, drip-proof design with damper windings included.
Voltage regulation is maintained within limits of $\pm 1\%$ from no load to full load at any power factor between 0,8 and 1,0.

Alternator Equipment:

1-Condensation heater(s) 230 Volt
1000 W. PT 100 sensor in winding
Control kit for parallel operation

The alternator will be equipped with cable gland, the size have to be informed by the shipyard

Instrument Panel:

The panel is flexible mounted on the set and contains the following:

1 Cooling water thermometer
1 Oil pressure gauge
1 Ammeter
1 Hour counter
The panel being completely wired to the engine.

Alarm Equipment:

The set is equipped with alarm sensors for the following failures:

Alarm:	Sensor:
1 Lube oil pressure	pressure switch (on-off)
1 Cooling water temperature	temperature switch (on-off)
1 Cooling water pressure	pressure switch (on-off)
1 Very power failure	relay
1 Overspeed	relay for shut down only

The sensors are connected to the engine instrument panel for further connection to the automatic start/stop cabinet, specified below.

Shut-down equipment:

The set is equipped with sensors for automatic shut-down at the following failures:

Low oil pressure	Sensor:
High speed	relay for shut down only

In the manual mode the set is equipped with the following additional shut down sensors:

Low oil pressure	Sensor:
High cooling water temperature	pressure switch (on-off)
	temperature switch (on-off)

The sensors are connected to the engine instrument panel for further connection to the automatic start/stop cabinet, specified below.

Automatic start-/stop and shut-down equipment:

A loose steel cabinet for bulkhead mounting will be delivered with the set and will contain the following:

Starting device with 3 automatic start attempts in case of mains failure
Indication lamps for alarms and shut-down, mentioned above
Arm reset push button
Prepared for acoustic alarm
Zer and buzzer reset
Selector switch AUTOMATIC/MANUEL/OFF
Start push button
Stop push button
Stop for SET IN OPERATION
Indication lamp for START FAILURE
Automatic, delayed stop after mains have returned
Remote terminals for remote indication:
BATTERY VOLTAGE FAILURE
ALARMS ACTIVATED (COMMON)
SHUT-DOWN ACTIVATED (COMMON)
SET IN OPERATION

Labels:

Labels on the set will be in English

Painting:

The set will be painted in a RAL 7032 colour, unless others is specified.



Equipment delivered loose with the set (per set):

Pcs silencer ND 150, with flanges, counter-flanges and mounting kits.
Pcs flexible exhaust expansion joint(s) with flanges, counter flanges and mounting kits.
Pcs potentiometer for alternator
Pcs automatic start/stop cabinet

Maintenance spare parts (per ship):

Set of spare parts for the engine according to enclosed list
Set of spare parts for the alternator according to enclosed list

Spare parts books and maintenance books (per set):

Sets of spare parts books for the engine in 4 languages
Sets of maintenance books for the engine in English
Sets of spare parts- and maintenance books for the alternator in English
Sets of specifications and drawings for the delivered equipment in English

Certificates and Test run:

The complete set will be delivered with certificates from G.L. on behalf of BKI. The equipment will be tested according to classification rules in our workshop in Germany in the presence of a classification society, and a copy of the test running report will be forwarded together with the certificates per parcel post.

Shaft Alternator:

a. Shaft alternator with the following specification:

Manufacturer	: A. van Kaick	type DSG 52 L 2-4
Rating max.	: 400 kW / 500 kVA	at p.f. 0,8
Voltage	: 3 x 450 Volt	
Frequency	: 60 Hz	
Speed	: 1800 rpm	
Excitation	: F/F	
Enclosure	: IP 23	

The alternator is a 2-bearings, brushless, self-exciting, self-regulating with revolving field, in-ventilated, drip-proof design with damper windings included.
Voltage regulation is maintained within limits of $\pm 1\%$ from no load to full load at any power factor between 0,8 and 1,0.

Shaft Alternator Equipment:

Anti-condensation heater(s) 220 Volt
Control kit for parallel operation
Nos. PT 100 Sensor in windings

L. Woldby Sørensen
Hindenberg-Anlagen GMBH

Maintenance spare parts for emergency marine generating set:

Maintenance spare parts for diesel engine

Qty. Description

Cyl. head gaskets individual cylinders
Cyl. head cover gaskets for one engine
Nozzle with needle
Sealring for nozzle
Set of V-belts
Fuel filter elements (spin-on type)
Lube oil filter elements
Gaskets for lube oil filter elements

Alternator spare parts

Ball bearing drive end
Ball bearing non drive end

LINDENBERG-ANLAGEN GMBH

zeugungs- und Pumpenanlagen
anlagen



PRÜFPROTOKOLL - TEST CERTIFICATE

Lieferfirma: Fa.LINDENBERG Anlagen GmbH
Supplier:
Prüfart: 51503 Rösrath
Type of test:

Norme / Certification: GL - (BKI)

Tragsbezeichnung der Lieferfirma: 18204/ Gerät: 8036
Order number of supplier: Unit:

Bestellt für: P.T. Pal Indonesia
Ordered for:

Tragsbezeichnung des Bestellers: 0. 640-97-96.512
Customer's order number:

Bau Nr:
Building No:

Käufer: Djakarta Lloyd Indonesia
Owner:

Schiff-Type: 400 TEU Container Vessel
Type of ship:

MAN - ENGINE

Hersteller: MAN Nutzfahrzeuge AG Zulassungsnummer: SM 179
Manufacturer: License:

Modell: D 2866 TE Motor-Nr: 370 8697 150 4101
Engine number:

Leistung: 207 kW Nenndrehzahl: 1800
Rated power: Rated speed: 58506 D

Jahr: 1997 Besch.-Nr: 58506 D 02 GL S 98
Built: Certification No:

Zugehöriger eff. Mitteldruck: 12,7 bar und Zünddruck: 126 bar
Corresponding mean eff.pressure: and max.ignition pressure:

Zylinderzahl: 6 Zylinderdurchmesser: 128 mm Kolbenhub: 155 mm
No of cylinders: Cylinder diameter: Stroke:

Arbeitsverfahren: 4-Takt. Art der Kühlung: Wasserkühler
Mod of operation: -stroke. Kind of cooling: Radiator cooler

Art der Anlaßeinrichtung: E-Anlasser 24V DC Hydraulik-Anlasser
Mod of starting device: Starter motor 24V Hydraulic starter

Aufladung - with turbocharger

Platzhersteller: Kühnle, Kopp & Kausch Typ: ?
Manufacturer: Type:

Stückzahl: 1 Fabrik-Nr: ?
Quantity: Serial number:



DENBERG-ANLAGEN GMBH

Herstellungs- und Pumpenanlagen
Anlagen

hängte Pumpen und Verdichter - Attached pumps and compressors

Frischkühlwasserpumpe: 12 m³/h
Fresh cooling water pump:
Seekühlwasserpumpe: - - m³/h
Sea cooling water pump:
Luftverdichter: - - m³/h
Air compressor:

ERATOR - ALTERNATOR

Drehstrom - AC

Hersteller: A.v.Kaick
Manufacturer:

Typ: DSG 43 L 2-4
Type:

Masch.-Nr.: 642 2107 A 001
Serial number:

Leistung: 225 kVA / 180 kW Drehzahl: 1800 U/min
Output: Speed: RPM

Nennspannung: 450 V Frequenz: 60 Hz Schutzart: IP23
Voltage: Frequency: cps Degree of protection:

Jahr: 1998 Besch.-Nr.: 34284 MH 01 GL 98
Built: Certification No:

REGATE - GENERATOR SET

Abnahme Nr: 58507 D 02 GL KI 98
Certification No:

58507 D

dem Grundrahmen sind elastisch aufgestellt:
Elastically arranged on the bed frame:

Motor: JA/YES Generator: JA/YES
Line:

Pumpe: - - - -
Pump:

Verdichter: - - - -
Compressor:

Verbindung zwischen Dieselmotor und Generator:

Coupling between engine and generator:

Fabrikat / manufacturer: CENTA

Type: CF-D-350-50-11-107

Masch.-Nr / Certification No: - - - - -

..... Pumpe / ... stufige Luftverdichter
Pump / stage air compressor

Hersteller:
Manufacturer:

Typ: Masch.-Nr.:
Type: Serial No:

Leistung: m³/h Förderhöhe: ... m
Capacity: Delivery height:

Drucksendendruck: ... bar Fördergut:
Discharge pressure: Medium conveyed:

Besch.-Nr:
Certification No:



SERVICE MANUAL

SECTION 3 - STERN TUBE SEALS

HC Supreme
operating manuals:

Aft Seal: Size.355
Fwd Seal Size. 330

Stern tube arrangement

P3-21034

Gravity Tank, Stern tube

P3-18946

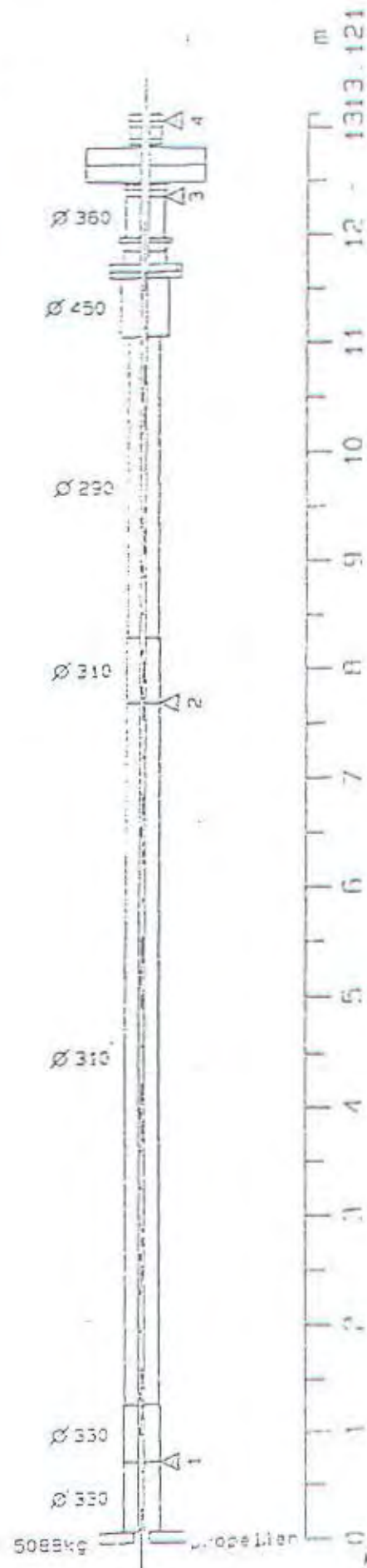
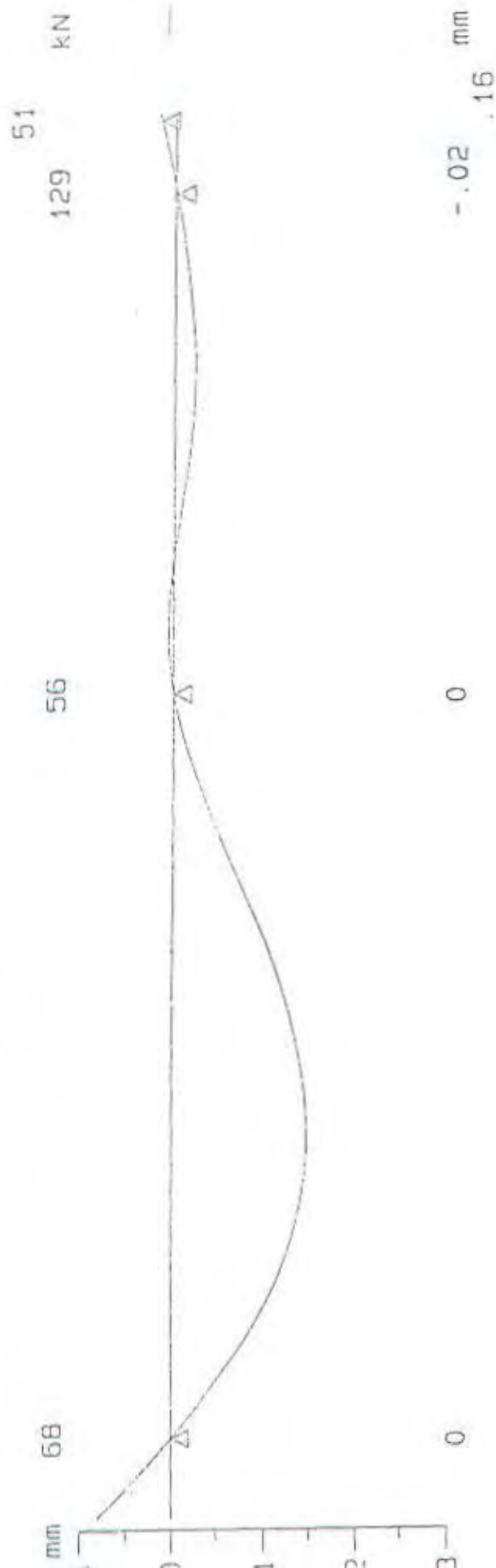
Temp Sensor Aft Stern tube Bearing

P3-17352

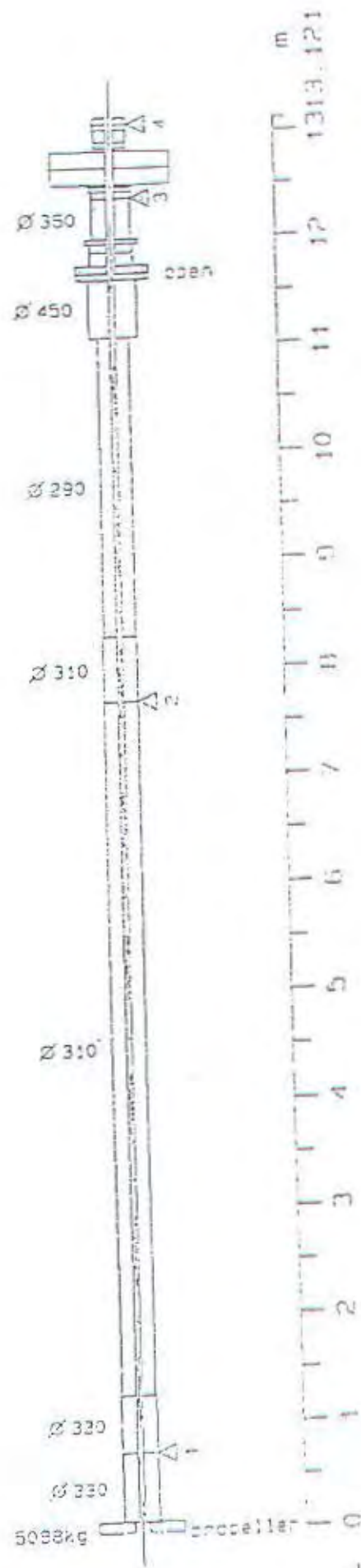
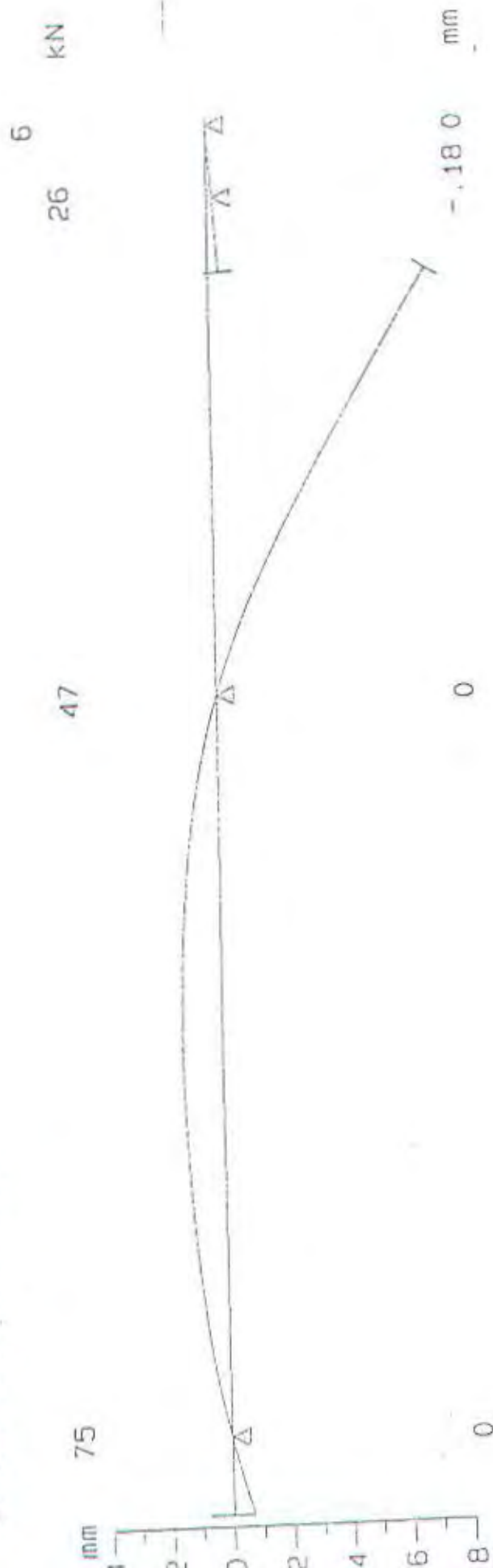
Temp Sensor Mounting Instructions

P4-17352

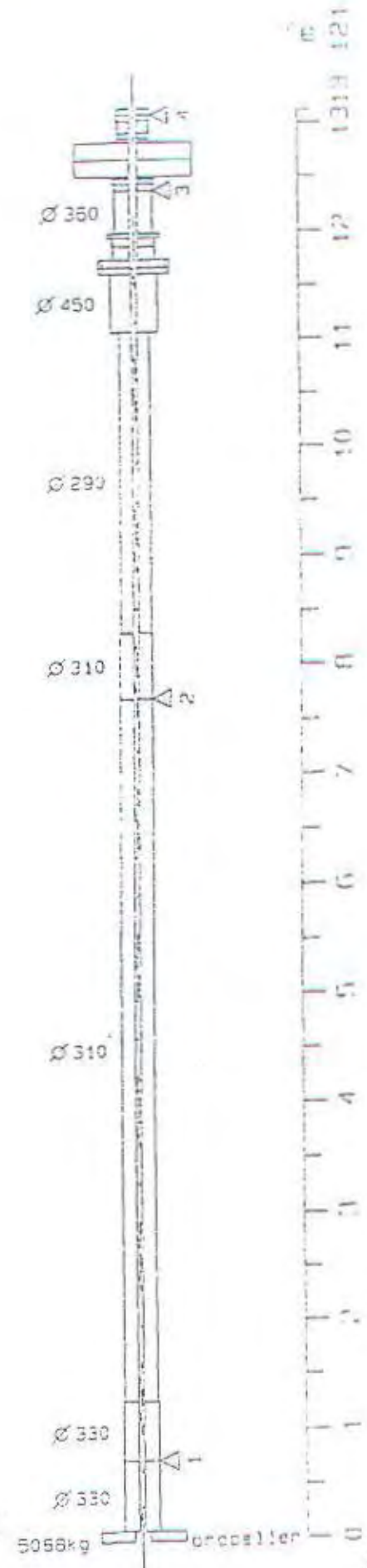
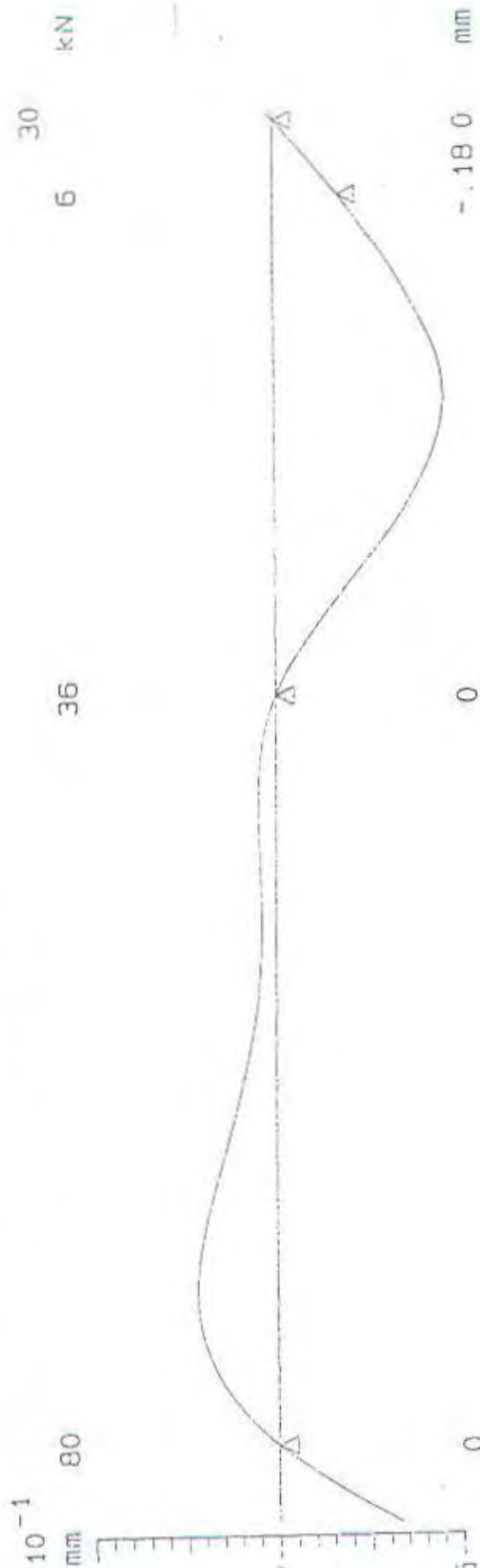
SHAFTLINE Propeller warm condition



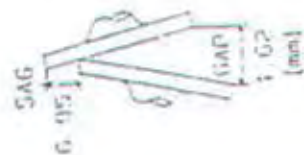
SHAFTLINE OPEN CONDITION



SHAFTLINE Propeller cold condition



SHAFTLINE OPEN CONDITION



Align

ring Loads
 0- 2- 7
 PROPULSION
 3.txt
 Alignment
 122
 @1999-10

BE

propeller cold condition

	DISTANCE	OFFSET	LOAD
	*****	*****	*****
	[m]	[mm]	[N]
TUBE BEARING.	.746	.00	80963
TUBE BEARING.	7.703	.00	36569
AR BOX BEARING G1	12.357	-.16	6986
AR BOX BEARING G2	13.051	.00	30492
			155112
TOTAL			

propeller warm condition

	DISTANCE	OFFSET	LOAD
	*****	*****	*****
	[m]	[mm]	[N]
TUBE BEARING.	.748	.00	66251
TUBE BEARING.	7.703	.00	56207
AR BOX BEARING G1	12.357	-.02	129025
AR BOX BEARING G2	13.051	.16	51610
			305094
TOTAL			

4. Shaft line alignment and whirling data

Propeller weight 5750

Bearings

Aft stern tube bearing

type: White metal antifriction
= 726 mm
diametric clearance= 1 mm

Fwd stern tube bearing

type: White metal antifriction
= 310 mm
diametric clearance= 1 mm

Aft gearbox bearing

type: Roller bearing
=
diametric clearance=

Fwd gearbox bearing

type: Roller bearing
=
diametric clearance=

5. Recommended alignment procedure

Alignment to be done when vessel is afloat in sea water, propeller to be submerged totally. The alignment is proceeded with the gap/sag method between propeller shaft flange and gearbox shaft flange. Tolerance is +/- 10% on enclosed gap/sag values.

Documents

Following documents are supplied:

- BEARING LOADS (cold and warm)
- SHAFTLINE OPEN CONDITION (with gap/sag values)
- SHAFTLINE COLD CONDITION
- SHAFTLINE WARM CONDITION
- SHAFTLINE OPEN CONDITION

RG PROPULSION AB
DER 3993-3995

TECH SPEC.

7 February 2000

General data

Single screw vessel
Rotation of propeller left-handed seen from aft.

		100% MCR	Design		
Engine Power	PB	3520		kW	
Delivered Power	PD	3414		kW	
Shaft revolution	n	160		RPM	
Diameter	D	3950		mm	
Number of blades	Z	4			
Shaft thrust	T	344		kN	"
Moment of inertia	J air	4000		kgm ²	
Moment of inertia	J water	4900		kgm ²	
Engine manufacture	MAN				
Engine type				RPM	
Engine speed					

Shaft line description

The vessel has a single screw free running propeller configuration. Shaft is supported with two white metal plain bearings in stern tube and two roller bearings in gearbox. Within stern tube the shaft is immersed in oil.



Contents

General data.....	3
Shaft line description.....	3
Shaft line alignment and whirling data.....	4
Recommended alignment procedure.....	4
Documents	4

BERG

PROPULSION AB

2000-02-07

Propulsion system shaft alignment

Berg Propulsion

Ref. No: 3993
Revision:

Agent:

Agent No:

Tel/fax No:

Ship Owner:

Tel/fax No:

Yard:

Yard tel/fax No:

Ship type:

PAL INDONESIA

Container vessel

SERVICE MANUAL

SECTION 2 - PROPELLER AND SHAFT

PROPELLER TYPE 900 HX/4

CONTENTS:

- 2-1 Propeller type HX
- 2-2 Propeller shaft and oil pipes
- 2-3 Lubrication system
- 2-4 Couplings

DRAWINGS:

Shafting arrangement	P1-21156 rev. C
Propeller shaft Assembly	P3-21150
Propeller Hub	P3-19450 incl
partlist	

The items listed below are for a single Shaft line installation unless otherwise stated.

Technical data and dimensions are preliminary.

Section A1 - Propeller data

Single screw vessel

Rotation of propeller left-handed seen from aft.

		100% MCR	Design	
Power	P	3520		kW
Shaft revolution	n	160		RPM
Ship speed	V	15,5		knots
Mean wake	w	0,3		
Diameter	D	3950		mm
Blade area ratio	EAR	0,556		
Number of blades	Z	4		
Pitch	P/D	0,90		Free run
Efficiency	ETA P	0,574		"-
Thrust	T	344		kN
Moment of inertia	J air	4000		kgm ²
Moment of inertia	J water	4900		kgm ²

Section A2 - Propeller hub / Propeller blades

One propeller hub, type HX/4 with built in hydraulic cylinder.

Hub diameter 900 mm

Rev 97-08-28

Hub material Cu-Ni-Al bronze.

The whole interior of the hub is serviceable from aft without demounting the hub from the shaft.

Four propeller blades, moderate skew back.

Blade material Cu-Ni-Al bronze.

All blade bolts and bolts for propeller hub to shaft flange are included.

The propeller blades are machined, polished and balanced.

Section A3 - Shaft line / Pitch control unit

One propeller shaft, hollow bored, made of high tension steel. Tensile strength 490 MPa.

NO. : M157-159
Kapal

FILE NO. : 6110906
No. Arsip

PAGE : 10 FROM 13
Hal. Dari

GENERATOR SET NO.2 + 3

VOLTAGE		LOAD	CURRENT G2			POWER G2		FREQ G2	CURRENT G3			POWER G3		FREQ G3
NOM (V)	ACT (V)	NOM (A)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (KW)	ACT (KW)	ACT (Hz)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (KW)	ACT (KW)	ACT (Hz)
440		0												
440	430	25	120	120	120	230	250	61	120	120	120	240	212	61
440	430	50	180	180	180	250	250	61	180	180	180	240	210	61
440	430	75	280	280	280	250	250	61	210	180	180	250	250	61
440	430	100	360	360	360	250	250	61	300	280	300	240	210	61

SUPERVISOR

CLASS SURVEYOR

CLASS SURVEYOR

Q.A. PT. PAL SURVEYOR

[Signature]

[Signature]

[Signature]

[Signature]